

**Fabricación de placas para la construcción de casas prefabricadas a base de caucho  
triturado proveniente de llantas recicladas**

Autor:

Yezid Armando Cepeda Narváez

Asesor:

Mario Julián Días Reyes

Universidad nacional abierta y a distancia - UNAD

Escuela de ciencias básicas tecnología e ingeniería ECBTI

Ingeniería industrial

2024

## Resumen

La fabricación de placas de concreto para la construcción de casas prefabricadas de interés social en la actualidad son muy utilizadas ya que por su bajo costo su adquisición tiene una gran demanda es por esto que quiero adicionarle un aditivo de caucho triturado procesado procedente de llantas recicladas del municipio de Mosquera, el cual al ser procesado y aplicado a las placas de concreto le agrega ciertas características físicas y químicas como lo son un aislante térmico el cual en días de invierno las placas conserven en el interior de las casas el calor y en los días de verano se cree un ambiente fresco, por otra parte minimiza el ruido en un 80%.

Además, al reutilizar las llantas recicladas ayudaremos con la regeneración tanto de las fuentes hídricas, la contaminación del subsuelo, la desintegración de la capa de ozono y de generar un valor agregado a un residuo el cual por su composición tanto física como química que no es biodegradable (No tiene la capacidad de descomponerse de manera natural en poco tiempo).

En este trabajo de grado se diseñará la metodología utilizada la cual sea viable para su implementación, que le agregue a las placas un valor económico por sus características físicas y químicas con la reutilización del caucho triturado, para ello, se describirá el problema técnico, se identificarán los principales interesados, se definirá la mejor solución al problema planteado, y con ello, se describirán cada uno de los elementos relevantes y aspectos administrativos y operativos para su efectivo desarrollo.

**Palabras clave:** Casas prefabricadas, se construyen en un proceso industrial optimizando materiales y energía y minimizando residuos y sobre el terreno definitivo se realiza solamente el montaje y los acabados generando un menor impacto ambiental.

## Abstract

The manufacture of concrete plates for the construction of prefabricated houses of social interest are currently widely used since, due to their low cost, their acquisition is in great demand, which is why I want to add an additive of processed crushed rubber from recycled tires from the municipality of Mosquera, which when processed and applied to the concrete plates adds certain physical and chemical characteristics such as a thermal insulator which on winter days the plates keep the heat inside the houses and on days In summer, a cool environment is created, on the other hand, it minimizes noise by 80%.

In addition, by reusing recycled tires we will help with the regeneration of both water sources, subsoil contamination, the disintegration of the ozone layer and generating added value to a residue which, due to its physical and chemical composition, is not biodegradable (It does not have the ability to decompose naturally in a short time).

In this degree work, the methodology used will be designed, which is viable for its implementation, which adds an economic value to the plates due to its physical and chemical characteristics with the reuse of crushed rubber, for this, the technical problem will be described, the main stakeholders will be identified, the best solution to the problem will be defined, and with this, each of the relevant elements and administrative and operational aspects for its effective development will be described.

**Keywords:** Prefabricated houses, they are built in an industrial process optimizing materials and energy and minimizing waste and on the final land only the assembly and finishes are carried out, generating less environmental impact.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	10
Justificación .....	12
Objetivos .....	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos.....	15
Identificación del Problema Sobre el Cual se Desarrollará el Sistema Solución .....	16
Planteamiento del Problema .....	20
Antecedentes del Problema.....	22
Contexto de Desarrollo del Problema .....	27
Descripción del Problema .....	28
Identificación de Hechos.....	28
Identificación de Impactos .....	29
Impacto con el Medio Ambiente.....	29
Impacto con el orden ciudadano .....	30
Impacto con el desarrollo Cultural:.....	30
Impacto con la generación de empleo:.....	30
Impacto Social: .....	30
Sistematización del Problema .....	30
Identificación de Interesados .....	36

Hipótesis de Trabajo Para el Desarrollo de la Solución del Problema con la Solución Propuesta.....	38
Metas Estratégicas de la Entidad como Base Para la Solución del Problema .....	39
Marco estratégico.....	39
Misión.....	39
Visión:.....	39
Política de calidad.....	40
Objetivos estratégicos o pilare estratégicos .....	40
Liderazgo: .....	40
Innovación: .....	40
Gestión del conocimiento: .....	41
Comunicación y accesibilidad: .....	41
Gestión del capital humano:.....	41
Plan de Comunicaciones para los Distintos Grupos de Interés del Proyecto .....	42
Cronograma de Actividades (Incluyendo Recursos Requeridos y Asignando Costos para el Desarrollo de las Actividades que Componen el Proceso de Consultoría).....	43
¿Qué es un Prefabricado?.....	44
¿Qué son los Elementos Prefabricados en Concreto?.....	45
¿Cómo se Clasifican los Materiales Prefabricados? .....	46
Procesos de Obtención del Grano de Caucho Reciclado .....	52

Propuesta y Diseño del Proceso Innovador de Trituración de llantas .....	59
Diseño de Mezclas de Concreto con Granulo de Caucho.....	69
Estudio Económico y Financiero .....	73
Análisis de Inversiones .....	73
Terreno y Edificaciones .....	73
Maquinaria y Equipo.....	73
Presupuesto de Ingresos, Gastos y Costos .....	75
Presupuesto de Ingresos .....	75
Capital de Trabajo.....	79
Lecciones Aprendidas.....	83
Conclusiones .....	85
Recomendaciones .....	86
Referencias Bibliografía .....	87

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Composición Típica de las Llantas Radiales</i> .....	17
<b>Tabla 2</b> <i>Antecedentes del Problema</i> .....	22
<b>Tabla 3</b> <i>Ventajas y Desventajas del Diseño Innovador</i> .....	63
<b>Tabla 4</b> <i>Diseño de Mezcla de Referencia lbs/cy</i> .....	71
<b>Tabla 5</b> <i>Diseño de Mezcla de Referencia Kg/m<sup>3</sup></i> .....	72
<b>Tabla 6</b> <i>Costos de Maquinaria</i> .....	74
<b>Tabla 7</b> <i>Costos de Muebles y Enseres</i> .....	74
<b>Tabla 8</b> <i>Costos de Equipo de Oficina</i> .....	74
<b>Tabla 9</b> <i>Distribución de Neumáticos</i> .....	75
<b>Tabla 10</b> <i>Presupuestos de Gastos</i> .....	76
<b>Tabla 11</b> <i>Presupuesto de Costos</i> .....	78
<b>Tabla 12</b> <i>Costo Total de Mano de Obra</i> .....	79
<b>Tabla 13</b> <i>Capital de Trabajo</i> .....	79

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Partes del Neumático</i> .....	17
<b>Figura 2</b> <i>Situación Actual Problemática por Abandono de Neumáticos en Mosquera</i> ...	18
<b>Figura 3</b> <i>Neumáticos Abandonados en Sitios Baldíos</i> .....	21
<b>Figura 4</b> <i>Contaminación por Quema de Neumáticos</i> .....	21
<b>Figura 5</b> <i>Granulo de Caucho</i> .....	26
<b>Figura 6</b> <i>Planta Trituradora de Neumáticos</i> .....	26
<b>Figura 7</b> <i>Indicador de las Causas Generadas por los Desechos de Neumáticos</i> .....	35
<b>Figura 8</b> <i>Casa de Concreto con Caucho Triturado</i> .....	39
<b>Figura 9</b> <i>Cronograma</i> .....	43
<b>Figura 10</b> <i>Placas de Concreto Prefabricadas</i> .....	44
<b>Figura 11</b> <i>Vertimiento de Concreto en Estructura de Hierro Amarrado</i> .....	47
<b>Figura 12</b> <i>Concreto Sometido a Compresión</i> .....	48
<b>Figura 13</b> <i>Concreto Tensado por Cables de Hierro</i> .....	48
<b>Figura 14</b> <i>Varillas de Acero</i> .....	49
<b>Figura 15</b> <i>Encofrado en Aluminio</i> .....	50
<b>Figura 16</b> <i>Estructura Mixta de Madera y Hormigón</i> .....	50
<b>Figura 17</b> <i>Instalación de Sistemas Eléctricos Dentro de las Placas de Concreto</i> .....	51
<b>Figura 18</b> <i>Proceso Trituración Mecánica para Obtención de Grano de Caucho</i> <i>Reciclado</i> .....	52
<b>Figura 19</b> <i>Máquina Separadora de Cubierta y Alambre</i> .....	52
<b>Figura 20</b> <i>Cubiertas de Neumático</i> .....	53
<b>Figura 21</b> <i>Maquina Saca Puntas</i> .....	53

<b>Figura 22</b> <i>Operario Sacando Puntas del Neumático</i> .....	54
<b>Figura 23</b> <i>Máquina de Corte Lineal</i> .....	54
<b>Figura 24</b> <i>Tiras Lineales de Neumático</i> .....	55
<b>Figura 25</b> <i>Maquina Cortadora de Trozos</i> .....	55
<b>Figura 26</b> <i>Trozos de Caucho Cortados</i> .....	56
<b>Figura 27</b> <i>Máquina de Aplastar en Polvo</i> .....	56
<b>Figura 28</b> <i>Banda Transportadora con Trozos de Caucho</i> .....	57
<b>Figura 29</b> <i>Máquina de Imán</i> .....	57
<b>Figura 30</b> <i>Residuos Recolectados de Limadura de Alambres que Filtro el Imán</i> .....	58
<b>Figura 31</b> <i>Granulo de Caucho Reciclado (GCR)</i> .....	58
<b>Figura 32</b> <i>Máquina Trituradora de Llantas</i> .....	59
<b>Figura 33</b> <i>Etapas del Proceso Nuevo de Trituración de Llantas</i> .....	61
<b>Figura 34</b> <i>Planta Trituradora de Llantas Recicladas para Obtención de Granulo de Caucho</i> .....	61
<b>Figura 35</b> <i>Diagrama de Análisis del Nuevo Proceso del Recorrido</i> .....	64
<b>Figura 36</b> <i>Flujo de Caja</i> .....	80
<b>Figura 37</b> <i>(VPN) y (TIR)</i> .....	81

## Introducción

El presente trabajo se desarrolla como opción de proyecto aplicado en la fabricación de placas de concreto para la construcción de casas prefabricadas a base de caucho triturado proveniente de llantas recicladas que actualmente se encuentran ubicadas en el municipio de Mosquera y se presenta una gran contaminación por la acumulación de los diferentes neumáticos inservibles que el ser humano desecha al ya cumplir su vida útil o de funcionamiento en los automóviles.

Las llantas están fabricadas de un caucho sintético el cual no es biodegradable (No tiene la capacidad de descomponerse de manera natural en poco tiempo) sus compuestos químicos están conformados a base de un material que proviene del petróleo, es decir un hidrocarburo compuesto de diversas sustancias orgánicas las cuales al ser sometidas al calor segregan o emanan monóxido de carbono, dióxido de carbono y dióxido de azufre generando una gran contaminación, por otra parte los diferentes fragmentos de plástico degradado procedentes del desgaste de los neumáticos invaden las fuentes hídricas provocando la contaminación de sus aguas por los diferentes sustancias que sueltan los pequeños fragmentos dejándola no potable para el consumo humano y animal.

De acuerdo a lo anterior, y con base a algunos de los elementos contemplado como lo son la identificación, planteamiento y solución de situaciones al problema, así como la descripción y definición de los interesados, planes, programas y demás herramientas necesarias para el desarrollo de los diferentes procesos y procedimientos en la elaboración de las placas de concreto, siendo el propósito esencial para la toma de decisiones, este trabajo describe el diseño y la metodología que garantice la viabilidad e implementación del caucho triturado como aditivo

al compuesto o mezcla mejorándolo tanto físico y químico en su fisionomía aportando a la sociedad un beneficio económico y saludable.

Para ello se presenta cada uno de los pasos a seguir dentro de la operación para definir las causas del problema de investigación, su análisis, la descripción del problema técnico su solución y cada uno de los diferentes elementos necesarios para su descripción y desarrollo, teniendo en cuenta lo contemplado en: Los modelos de gestión organizacional en donde se define la estructura que se utiliza para la toma de decisiones y la actividad productiva, que incluye la distribución de áreas, jerarquizándolas y dotándolas de contenido. (Formela, 2021)

## Justificación

La continua búsqueda acerca de los incrementos en los costos de los diferentes insumos en la construcción de viviendas no solo en la mano de obra sino también en la compra de los diferentes materiales me permite determinar que mi proyecto aplicado es viable ya que al implementarlo se generan estrategias para responder a los diferentes desafíos en el área productiva llegando optimizar sus recursos y generando soluciones efectivas que faciliten su fabricación y comercialización. Por otra parte, ayudamos al medio ambiente con la disminución de la contaminación generada por la acumulación de neumáticos.

La preocupación social y ambiental es considerada a nivel global como un parámetro descriptivo a un nivel de conciencia ciudadana y es una variable del comportamiento ambiental, precisamente hay una gran preocupación en donde se identificaron unas necesidades dando origen a muchos de los problemas ambientales, puede relacionarse con pautas del comportamiento humano y de la organización social. Asumiendo el principio recogido en el título del conocido libro de Cone y Hayes (1982), puede decirse que muchos

Problemas ambientales tienen soluciones comportamentales. De todas las soluciones que residen en el comportamiento humano, es el estudio de las actitudes y de los procesos de cambio de actitudes ambientales el que ha suscitado un mayor número de estudios y trabajos.

Teniendo en cuenta lo anterior escrito es necesario crear conciencia ciudadana mitigando los comportamientos sociales dándole un mejor manejo a los diferentes residuos tanto industriales como familiares es allí la importancia del reciclaje de los neumáticos y disposición y no dejándolos abandonados en sitios baldíos.

Según estudios los neumáticos viejos pueden filtrar metales y productos químicos al medio ambiente a medida que estos se descomponen pueden liberar humo tóxico a la atmósfera

si se queman, además los neumáticos en llamas son extremadamente difícil de extinguir, otro peligro es la propensión a acumular agua estancada lo que los convierte en un cultivo perfecto para los mosquitos y otras plagas que transmiten enfermedades ocasionando los diferentes daños ambientales y de salud que se está viviendo en el municipio de Mosquera en donde las personas que viven cerca a estos cementerio de neumáticos están sufriendo de problemas respiratorios, picaduras de sancudos, y diarrea.

A nivel global en muchos estados han implementado leyes escritas con respecto a la eliminación adecuada y los esfuerzos de reciclar e imponer severas sanciones por el almacenamiento y el vertido ilegal de neumáticos usados

Al respecto uno de los enfoques sean los modelos de gestión organizacional en donde la gestión empresarial se convierte para las empresas en el escenario que identifica y determina las estrategias que buscan su crecimiento, permitiéndoles enfrentarlos nuevos retos de la competitividad, para sobrevivir al constante cambio de la globalización en donde las empresas se encargue de describir las actividades fundamentales de los procesos administrativos, precisándose así: la planeación, visualizando su entorno, orientando los objetivos, definiendo metas, estrategias y coordinando actividades; organizacionales, integrando los diferentes recursos, logrando así el aprovechamiento de los mismos, determinando las tareas y quien las realiza y se convierta en el pilar de la comunicación, entre todas las áreas de la empresa, permitiendo alcanzar sus objetivos, generando responsabilidades y compromisos con las personas que la conforman.

A través de los estudios en la industria de la de la construcción hay un índice de consumo del 50% de los recursos mundiales siendo la actividad menos sustentable, este proyecto aplicado

contribuirá a diseñar estrategias que ayuden a mitigar este impacto con la utilización del caucho proveniente de llantas recicladas.

De acuerdo con lo anterior escrito, se ve la necesidad de utilizar las llantas recicladas para mejorar la composición química y física en las placas de concreto las cuales darán un gran beneficio tanto a la sociedad como el medio ambiente. Es así como una gran tarea como ingenieros industriales de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD con el conocimiento y el aprendizaje adquirido sobre disciplinas de gestión organizacional aplicarlas en empresas y organizaciones y ser parte de ellas para brindar soluciones a través de estrategias a problemáticas a los diferentes directivos que la conforman, todo por falta de eficiencia y optimización de sus procesos productivos y procedimientos. (M. Sienkiewicz, 2012)

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Aplicar la idea de emprendimiento empresarial, realizando propuesta de una microempresa, la cual se dedique al proceso de la elaboración de placas para la construcción de casas prefabricadas a base de caucho triturado de llantas que encuentran en las calles del municipio de Mosquera Cundinamarca.

### **Objetivos Específicos**

Realizar consultas de material bibliográfico acerca de los diferentes procesos para trituración de llantas con las cuales son la base de la materia prima en la elaboración de las placas de concreto.

Identificar las características básicas de los componentes necesarios para la elaboración de placas, en la construcción de casas prefabricadas.

Aportar información que ayude a reducir significativamente la contaminación producida por caucho sintético en el municipio de Mosquera.

Definir el proceso de fabricación de planchas para la elaboración de casas prefabricadas a base de caucho proveniente de neumáticos triturados.

Dar recomendaciones sobre el uso y posible aplicación del material de caucho para la elaboración de elementos prefabricados.

### **Identificación del Problema Sobre el Cual se Desarrollará el Sistema Solución**

El crecimiento continuo de aglomeración de llantas desechadas por los usuarios automotores en el municipio de Mosquera ha generado un gran problema relacionado con el medio ambiente y a la salud de la población.

Actualmente el uso del caucho triturado es utilizado en la industria de asfalto, tejas que eliminan el ruido siendo un aislador térmico y los costos de producción son muy bajos mientras que los productos o insumos de fabricación son muy altos.

Al haber comparado estos dos aspectos se puede aportar a una mejora significativa tanto en los espacios donde se depositan los neumáticos inservibles como el mejoramiento de las fuentes hídricas, el subsuelo y la capa de ozono al municipio de Mosquera, porque con la reutilización de estos neumáticos podemos generar fuentes de empleo y a su vez una gran oportunidad a las familias de tener una vivienda digna a un menor costo.

Las llantas están compuestas principalmente de:

Caucho natural es el componente principal de las capas de la banda de rodamiento.

Caucho sintético es el componente de la parte de las bandas de los neumáticos.

Químicos mezclados con el caucho como negro de carbón y sílice: usado como agente de refuerzo para mejorar la durabilidad.

Aceite: suaviza el caucho.

Antioxidantes: Inhibe la oxidación del caucho.

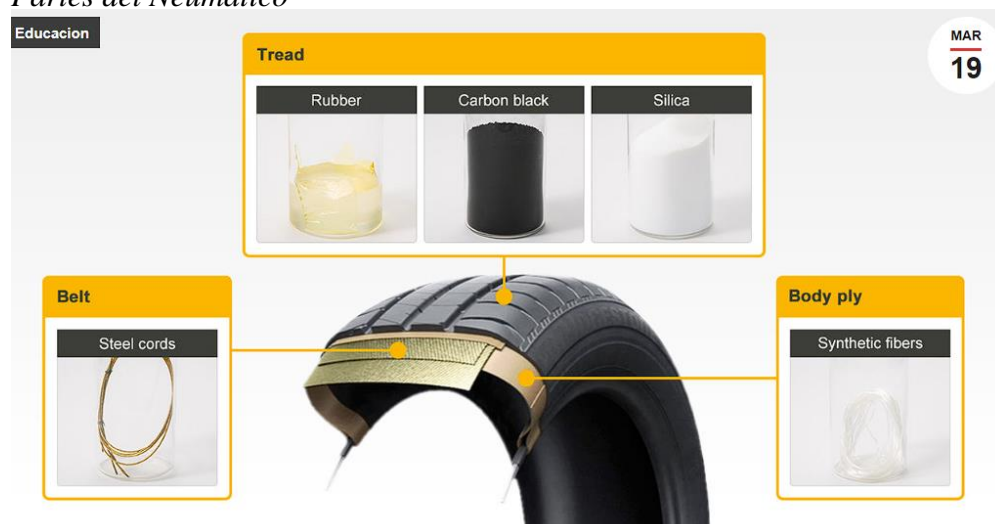
Azufre: Brinda elasticidad al caucho

Acelerados de vulcanización: El acelerador de vulcanización ayuda a construir enlaces cruzados entre el caucho y el azufre. Materiales de construcción como el Poliéster y Cables de Acero: el “esqueleto” del neumático, generando formas geométricas y ofreciendo rigidez.

**Tabla 1***Composición Típica de las Llantas Radiales*

Materiales	Composición (%)	
	Automóviles	Camiones
<b>Caucho natural</b>	14	27
<b>Caucho sintético</b>	27	14
<b>Negro de humo</b>	28	28
<b>Acero</b>	14	15
<b>Antioxidantes y rellenos</b>	17	16

*Fuente.* Departamento de Ingeniería Mecánica F.I.U.B.A

**Figura 1***Partes del Neumático*

*Fuente.* Bridges toné

“Teniendo en cuenta el volumen alto de producción de neumáticos de automóvil comparado para los de camiones, los neumáticos para automóvil por lo general son de mayor interés para los investigadores.

Según las investigaciones los cauchos desechados se clasifican en tres categorías:

“(1) Caucho rallado o astillado para reemplazar la grava: Para producir este caucho se necesita triturar el neumático en dos etapas. En la primera etapa, el caucho tiene una longitud de 300 a 430mm de longitud y un ancho de 100-230mm. En la segunda etapa hay cambios de dimensión de 100-150mm mediante corte, se continúa cortando para lograr partículas de unos 13-76mm de dimensión y se llaman *partículas trituradas*”. (López, Sebastián, 2018)

“(2) El caucho de la miga que sustituye a la arena: Es fabricado por molinos especiales en las que grandes cauchos cambian en partículas más pequeñas rasgadas. En este procedimiento se producen diferentes tamaños de partículas de caucho, se pueden producir dependiendo del tipo de molinos usados y la temperatura generada. En un método simple, las partículas se hacen con una alta irregularidad en el intervalo de 0.425- 4,75 mm”. (López, Sebastián, 2018) “(3) Planta de goma que pueden reemplazar el agregado fino y parte del cemento: Esto depende del equipo para la reducción de tamaño.

## Figura 2

### *Situación Actual Problemática por Abandono de Neumáticos en Mosquera*



Fuente. Elaboración del autor

Los neumáticos usados procesados son típicamente sometidos a dos etapas de separación magnética y cribado. Varias fracciones de tamaño de caucho se recuperan en los procedimientos más complejos, en el proceso de micro-molienda, las partículas quedan en el intervalo de 0,075 a 0,475 mm “(López, Sebastián, 2018)

Uno de los usos que se está dando para estas llantas es mezclarlas con el cemento. “Las prácticas no sustentables para el manejo de llantas usadas es el principal impulsor de los

llamados combustibles alternos (CA), para sustituir el uso de combustibles convencionales en hornos de cemento, reemplazar los combustibles fósiles tradicionales con CA reduce las emisiones totales de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> dado que, a través de los métodos habituales de disposición, muchos de los CA generan emisiones de CO<sub>2</sub> con contenidos de biomasa que son consideradas como “de emisión neutra de carbono”, de esta forma se han venido experimentando en los hornos de cemento el uso de materiales como los CA y de esta manera evitar la producción y liberación de gas metano”. (Pérez O., 2017)

El proyecto se basa en dos enfoques, en primera medida se busca una proyección social y cambio de pensamiento colectivo mediante la concientización ciudadana y en segundo lugar la implementación de un proceso manufacturero que garantice un producto de calidad único e innovador, que evolucione a través del tiempo como lo son la fabricación de placas de concreto con caucho triturado (al., 2020)

## **Planteamiento del Problema**

Pregunta de investigación:

¿Cómo implementar la fabricación de placas para la construcción de casas prefabricadas a base de caucho triturado proveniente de llantas recicladas?

Basado en la resolución 1326 del 06 de julio del año 2017 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo sostenible estable en donde los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas dictan otras disposiciones ya que las llantas usadas son catalogadas como residuo no peligroso, pero por su gran volumen y su composición tanto física como química representan una gran dificultad ambiental a causa de su tiempo de degradación.

Esta publicación se realiza el 18 de septiembre del 2017 del departamento de derecho del medio ambiente de la Universidad del Externado de Colombia, actualmente existe una gran problemática a causa de la disposición de las llantas usadas que le están causando a la sociedad según estudios realizados y publicados por el periódico El Espectador de la siguiente manera “Al año, en Bogotá se generan aproximadamente 2,5 millones de llantas usadas, de las cuales cerca del 30% (750 mil) terminan en calles, avenidas, parques y demás lugares del espacio público, otras son quemadas a cielo abierto para extraer el acero y utilizar su poder calorífico, debido a que sus elementos son de difícil descomposición, dejadas en las calles, se queman y posteriormente arrojadas a los afluentes hídricos, esto hace que se genere la propagación de plagas y el aumento de enfermedades.

En este momento uno de los factores más inclementes es el aumento de la compra de automóviles y sus accesorios como lo son los neumáticos. Se ha detectado que ni siquiera los entes gubernamentales han logrado mitigar con sus estrategias esta problemática con ideas que

funcionen para la ciudad, lo que es también una inconciencia y poco compromiso por parte de ellos, esto hace que se genere más contaminación”.

### **Figura 3**

*Neumáticos Abandonados en Sitios Baldíos*



*Fuente.* Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos

### **Figura 4**

*Contaminación por Quema de Neumáticos*



*Fuente.* Informador.mx

## Antecedentes del Problema

**Tabla 2**

*Antecedentes del Problema*

Objetivo de la investigación									
Clase de documento	Título	Año	Autores	Palabras claves	Resumen	Resultados	Citación APA	Enlace de ubicación	
<b>Monografía</b>	Implementación de la mezcla asfáltica modificada con granulo de caucho en el barrio San Carlos de la Localidad de Tunjuelito	2018	Correa Lesmes, Camilo Andrés	Asfalto, mezclas, caucho, carreteras, diseño y construcción	Este proyecto tiene como fin dar una solución a una problemática de tipo mecánico en los pavimentos a través de la alternativa de implementación del granulo de caucho y así mitigar los impacto ambientales y manejo de desechos.	La investigación tiene como resultado la integración de las intervenciones de mantenimiento, rehabilitación, reconstrucción y construcción de la malla vial local con asfalto de granulo de caucho.	(LESMES, 2018)	<a href="http://hdl.handle.net/10654/20506">http://hdl.handle.net/10654/20506</a>	
<b>Proyecto</b>	Planta procesadora de gránulos de caucho reciclado	2021	Valdés Rojas, Tatiana Alexandra Pérez Chávez, Laura Lucia Serpa Martínez, Luis Enrique Padilla Ariza, María José	Reciclaje industrial, Gránulo de caucho reciclado, Con taminación ambiental, Planta de procesamiento de GCR	Este proyecto consiste básicamente en la creación de una planta procesadora de caucho reciclado en la ciudad de Santa Marta. Con el granulo de caucho obtenido del proceso de reciclaje de neumáticos de caucho	A través del estudio y la investigación de las herramientas tecnológicas se puede realizar un seguimiento y control de las diferentes tareas como recursos, costo de materiales y lo más importante se aprendió la forma de realizar el seguimiento del proyecto.	(Valdés Rojas, 2021)	<a href="http://repositorio.unimagdalena.edu.co/handle/123456789/6069">http://repositorio.unimagdalena.edu.co/handle/123456789/6069</a>	

<b>Proyecto</b>	Mobiliario urbano con la utilización del gránulo de caucho	2020	Rosas Niño, Ángela María Quant Callejas, María Isabel	Gránulo de caucho Mobiliario urbano Contemplación Recreación pasiva Reciclaje de llantas	El proyecto nace de la idea de generar mobiliario urbano con granulo de caucho por sus características físicas. En la actualidad se utiliza para baldosas de gimnasios, parques de niños etc. Se ve la oportunidad d aplicarlo en obtener productos con un mayor valor agregado.	Como resultado se obtienen las bondades y capacidades del granulo de caucho incorporado con otros materiales donde hay un equilibrio y un resultado óptimo a través de las diferentes pruebas de resistencia. Como mobiliario urbano que al cumplir su ciclo de vida puede se pueden reutilizar.	(Rosas Niño, 2020)	<a href="http://hdl.handle.net/10554/50274">http://hdl.handle.net/10554/50274</a>
<b>Revista</b>	hormigón sustentable basado en fibras de neumáticos fuera de uso	2019	Amin Nazer, Alexis Honores, Priscila Chulak1 y Osvaldo Pavez	neumáticos usados, hormigón con fibras, valorización de residuos	Esta investigación se realizada con el fin de evaluar y comparar la resistencia mecánica de un hormigón normal versus un hormigón con adición de granulo de caucho para mirar su resistencia para ser utilizado en la industria .	Esta investigación tuvo como resultado que el hormigón de granulo de caucho tiene mejor resistencia al flexo tracción según las investigaciones físicas y químicas realizadas. Lo cual se puede implementar particularmente en pavimentos por tiempo indefinido	(Amin Nazer, 2019)	<a href="https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.03.17">https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.03.17</a>
<b>Proyecto</b>	Análisis del Comportamiento Mecánico en Adoquines de Concreto Hidráulico con Sustitución de Agregado Fino por Grano de Caucho Reciclado en los Tamices N°8 al N°20	2018	Luis Fernando Pacheco González Brayan Giovanni Moreno Cárdenas	Reciclaje, Granulo de Caucho Reciclado (GCR), Adoquín, Microsílice	Este proyecto está basado en la investigación en la búsqueda de productos innovadores basados en la implementación del granulo de caucho vasados en los diferentes ensayos según la norma técnica colombiana NTC 2017 de adoquines de concreto hidráulico de agua y densidad resistente a al flexo tracción	Como resultados se obtuvo un comportamiento mecánico optimo a través de los diferentes ensayos teniendo encuentra la mezcla y combinación de producto, una dosificación optima de cemento y agregado fino.	(González, 2018)	<a href="https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1361&amp;context=ing_civil">https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1361&amp;context=ing_civil</a>

(2.36mm-0,85mm) y Adición de Polvo Fino de Micro sílice

<b>Tesis</b>	Uso de gránulos de caucho en aplicaciones de voladura controlada en minería superficial	2020	Víctor David Coila Quispe Gabriel Jonatan Palomino Rimachi Jesús Daniel Parillo Revilla Raúl Ricardo Veramendi Villacorta	Minería, neumáticos, explosivos, agentes explosivos reciclaje	Esta tesis es una investigación del uso de los neumáticos fuera de uso para la implementación del caucho reciclado como materia prima como compuesto diluyente de mezcla explosiva en el campo de la minería.	Después de varias pruebas la investigación dio como resultado como un material explosivo viable para el uso de la explotación minera por sus características físicas y químicas	(Quispe, 2020)	<a href="https://repositorio.esan.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4ff6b6b8-345c-4a9f-a4a6-26cc9c17fa85/content">https://repositorio.esan.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4ff6b6b8-345c-4a9f-a4a6-26cc9c17fa85/content</a>
<b>Revista</b>	Propuesta de proceso para la fabricación de probetas a base de caucho reciclado granulado	2021	Jorge Fadul, Ana Bernal, Javier Batista	Aglomerantes, caucho, propiedades químicas, propiedades térmicas, reciclaje.	Propuesta de elaboración de probetas cilíndricas y en forma de placas a base de caucho reciclado aglomerante debido a las capacidades físicas del granulo de caucho como son las propiedades mecánicas elásticas.	Tenemos un excelente resultado al polímero poli Flex ya que el producto final contiene su forma tanto física y química después de ser desmoldada para su uso.	(Jorge Fadul, 2021)	<a href="http://portal.amelica.org/ameli/journal/338/3382907017/">http://portal.amelica.org/ameli/journal/338/3382907017/</a>
<b>Proyecto</b>	Adoquines para uso peatonal de viruta de caucho de llantas recicladas y resina de poliéster	2023	Jácome Contreras, Cristian Camilo Maldonado Ceron, Nelson Joshep	Adoquines, caucho, reciclaje, poliéster	Esta investigación es una propuesta para la fabricación de adoquines a base de caucho triturado y contribuir con el problema ambiental por la generación de contaminación .	Como resultado del estudio se obtuvo adoquines de poliéster con viruta de caucho reciclado muy fuertes para uso doméstico, jardines y patios de casas de excelente calidad.	(Jácome Contreras, 2023)	<a href="https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/xmlui/handle/20.500.14167/3195">https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/xmlui/handle/20.500.14167/3195</a>

<b>Proyecto</b>	Análisis del diseño de una mezcla asfáltica en caliente usando como agregado el granulo de caucho reciclado (gcr)	2022	Juan José Herrera Fierro	Medio ambiente, Pavimentos, Grano de caucho reciclado, mezcla asfáltica	El trabajo propuesto está dirigido a dos grandes problemáticas, una basada en el medio ambiente y otra en los pavimentos en la capa de rodadura donde se encuentran diseños inadecuados en la mezcla asfáltica. Con el propósito de adicionar granulo de caucho reciclado.	Como resultado de la implementación del granulo de caucho reciclado tenemos que el producto obtenido cumple con la norma INIVIAS ya que es una mezcla estable, fluida teniendo un mayor tiempo de durabilidad.	(FIERRO, 2022)	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.12494/45218">https://hdl.handle.net/20.500.12494/45218</a>
<b>Tesis</b>	Caracterización del comportamiento mecánico de un material compuesto a partir de matriz de poliuretano mono componente, reforzado con gránulo de caucho reciclado y fibra de abacá como material alternativo, para aplicaciones industriales	2021	Paredes Salinas, Juan Gilberto Urquizo Vaca, Gabriel Alejandro	Matriz de poliuretano caucho reciclado fibra de abacá matriz elastómera moldeo por pultrusión	La presente tesis tiene como objetivo crear un compuesto alternativo para aplicaciones industriales a base de polímero de caucho, fibra de abacá y resina según las norma de tracción, compresión, dureza y desgaste.	Los resultados obtenidos durante los diferentes ensayos donde el nuevo material compuesto arrojo una atracción mayor en fuerza de rotura, una compresión residual optima y una dureza constante aplicable en la industria.	(Paredes Salinas, 2021)	<a href="https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32149">https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32149</a>

*Fuente.* Elaboración del autor

**Figura 5***Granulo de Caucho*

*Fuente.* Ecotiregreen.com

Partiendo de este principio de gestión ambiental es donde ponemos en marcha el proyecto de la incorporación del caucho triturado como aditivo especial a las placas de concreto y así mitigar la contaminación dándole una utilidad y beneficio social con el medio ambiente y la comunidad del municipio al poder reciclar las llantas dañadas.

Es en este apartado en particular que los esfuerzos se deben centrar y enfocar, tal como fue determinado en el capítulo del planteamiento del problema.

**Figura 6***Planta Trituradora de Neumáticos*

*Fuente.* Planta de tratamiento de llantas canal capital

## **Contexto de Desarrollo del Problema**

La contaminación por el exceso de llantas abandonadas en el municipio de Mosquera actualmente está siendo vigilada por el -IDEAM institución pública de apoyo técnico y científico al Sistema Nacional Ambiental, que genera conocimiento, produce información confiable, consistente y oportuna, sobre el estado y las dinámicas de los recursos naturales y del medio ambiente, que facilite la definición y ajustes de las políticas, es que se desprende la problemática generalizada en donde no se les está dando una buena disposición a los residuos ocasionando diversos problemas de salud y ambientales por no contar con las herramientas de gestión necesarias ni los recursos económicos por la baja capacidad para responder con la problemática social.

Actualmente se está recogiendo 1 tonelada de llantas que posteriormente son procesadas obteniendo gránulos de caucho para ser incorporados al hormigón y así realizar las placas de concreto de las casas prefabricadas

Es así como estructuralmente la problemática se extiende a cada uno de los municipios aledaños, quienes replican las prácticas asociadas a una deficiente gestión administrativa, en donde se están generando

Según estadísticas realizadas por el (Ministerio de medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2009) afirma que “El Departamento de Cundinamarca se desechan en promedio 53.760 toneladas de residuos de llantas anuales”. Según proyecciones del DANE para 2009 se estimó una población de 2’437.151 habitantes, sin Bogotá. De acuerdo a estos datos se estima que el desecho de llantas diarias para el municipio de Soacha, con una población de 445.148 habitantes es de 9.814 toneladas anuales.

Por lo tanto, la única manera de disminuir la contaminación es dándole un huso a las llantas a través del reciclaje obteniendo una materia prima capaz de suplir una necesidad en el área de la construcción generando un valor económico y ventajas a la sociedad con la generación de empleo.

Teniendo en cuenta la oferta y la demanda de la adquisición de las casas prefabricadas por los clientes podemos utilizar las llantas provenientes de los municipios aledaños como fuente de materia prima para cumplir con la producción estipulada en coordinación con el área de ventas

### **Descripción del Problema**

El proyecto que se quiere plantear busca resolver en gran medida la problemática que existe actualmente en las calles del municipio de Mosquera, a causa del abandono de neumáticos que dejan de ser utilizados por sus consumidores y que además de intervenir en el espacio público afecta el medio ambiente y a la sociedad en general.

La idea de negocio planteada consiste en la creación de una empresa que se dedique a la transformación de las llantas que son recolectadas, las cuales se trituran produciendo gránulos de caucho para su posterior uso como insumo o materia prima en la elaboración de placas de concreto para su uso principalmente para el sector de la construcción, el objetivo se quiere alcanzar mediante la generación de alianzas con el Gobierno Nacional y las Alcaldías.

La reutilización de las llantas usadas como materia prima en el sector de la construcción, para el uso de viviendas de interés social el cual es un avance tecnológico, cultural y ambiental que beneficia al departamento y toda la sociedad.

### **Identificación de Hechos**

La identificación de hechos relacionados con el problema objeto de estudio, van

íntimamente ligados a las siguientes situaciones detectadas en el planteamiento del problema. Es así como la raíz desde la cual se aborda el planteamiento del problema se analiza bajo

Tres importantes Fases:

Fase: recolección y almacenamiento de las llantas dañadas separadas por lotes según su referencia y dimensiones

Fase: Proceso de molienda y trituración en el área de producción hasta ser convertido en gránulos de caucho

Fase: Fabricación de placas de concreto adicionando los gránulos de caucho en los diferentes moldes según las especificaciones del cliente

Estos hechos de manera estructural constituyen los principales retos tanto de la entidad como del área de producción, puesto que se ha evidenciado la afectación sustancial en el desarrollo, de la parte administrativa, en los proyectos que constantemente asume el

IDEAM.

### **Identificación de Impactos**

Teniendo como referencia los hechos y su análisis se estructuran los diferentes impactos, resultado de cada causa identificada así nos permite ver los nodos de acción y gestión a implementar en el plan que determine la viabilidad del actuar en la resolución del problema.

A continuación, se listan los hechos y los impactos

*Impacto con el Medio Ambiente:* actualmente la contaminación de llantas usadas a nivel nacional es elevada, con la puesta en marcha de este proyecto se estaría contribuyendo con una disminución importante de productos reciclados, como los neumáticos que son desechados en las calles del municipio de Mosquera y que representan una problemática ambiental.

*Impacto con el orden ciudadano:* El municipio de Mosquera se vería grandemente beneficiada en cuanto a su orden y aspecto, ya que muchas de sus zonas verdes y afluentes hídricos se encuentran invadidas por llantas fuera de uso que ocupan espacio, dan un mal aspecto al municipio y no cumplen ninguna función específica.

*Impacto con el desarrollo Cultural:* con la implementación del proceso de reciclaje y la transformación de las llantas en la empresa, se buscará que, en los talleres mecánicos, monta llantas y consumidores de neumáticos, no desechen el producto al finalizar su ciclo de vida útil a las calles del municipio, si no que por el contrario sean recolectadas y suministrados a nuestra empresa para darle un uso adecuado y lograr devolverle al producto un valor económico.

*Impacto con la generación de empleo:* con la creación de la empresa se generará empleo a través de la contratación de personal calificado para la elaboración del producto.

*Impacto Social:* mediante campañas de concientización ciudadana se busca generar una nueva cultura que busque proteger el medio ambiente y cuidar la ciudad donde habitamos. (C, 2010)

### **Sistematización del Problema**

¿Qué?: Partiendo de la interrogante más sencilla, pero a su vez mas diciente como lo es.

¿Qué problema hay o existe?: Se da una respuesta directa, concreta y sencilla No existe un sistema que le dé el uso adecuado al cucho triturado proveniente de llantas recicladas para la fabricación de placas de concreto para la construcción de casas prefabricadas. No obstante, lo anterior descrito se puede estructurar una pregunta que desarrolle en mayor medida los diferentes aspectos a tener en cuenta en la resolución de la pregunta planteada

¿Qué características debe reunir un sistema que le dé el uso adecuado al caucho triturado proveniente de llantas recicladas para la fabricación de placas de concreto para la construcción

de casas prefabricadas que le den una mejor durabilidad, que sea confiable a la hora de ser adquiridas?

¿Por qué? Una vez definido la pregunta inicial se da paso a definir el porqué de ese interrogante el cual se formula de la siguiente manera: ¿Por qué no existe un sistema que le dé el uso adecuado al cucho triturado proveniente de llantas recicladas para la fabricación de placas de concreto para la construcción de casas prefabricadas? de la anterior pregunta se estructura la siguiente respuesta porque existen varios sistemas que no le dan un uso al caucho triturado el cual es abandonado en sitios baldíos generando una gran contaminación al medio ambiente y problemas de salud pudiéndolos utilizar en la construcción como aislantes térmicos, acústicos implementados dentro del hormigón o placas de concreto.

¿Cuándo? Conforme a la problemática descrita en este proyecto, la etapa de formulación y la planificación de las diferentes actividades, tareas de la solución a la problemática está definido en el anteproyecto en el cronograma de trabajo por la Universidad. La implementación del proyecto está sujeta a los componentes financieros, tecnológicos, administrativos y operativos de la empresa en pro de mejoras y resultados expuestos en el presente proyecto.

¿Quién? En vista del estudio realizado y en donde se centraliza la problemática descrita en el municipio de Mosquera del el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM que a través de la entidad y sus colaboradores son los directamente beneficiados de la implementación de la propuesta, esto más sin embargo con una mejora la cual es un modelo sostenible que integraría un sistema complejo tanto el área de almacenamiento, producción y fabricación las cuales van unidas de la mano para lograr el objetivo específico como es la recolección, transformación y elaboración de las placas de concreto con el caucho

triturado en donde los actores que intervengan se beneficiaran de una optimización del reciclaje de los neumáticos.

¿Cómo? El proyecto parte de la necesidad situada en el departamento de Cundinamarca a una problemática ambiental que acarrea diversos inconvenientes sociales a toda la población, los cuales van relacionados a una causa debido al mal manejo de los residuos no biodegradables. Para llegar al cómo se puede resolver esta problemática es indispensable contar con el diagnóstico preciso acerca de la situación que se está desarrollando y definir cuáles son los puntos específicos como línea de base y es allí que a partir de la información recolectada podemos estructurar los objetivos y la meta a cumplir con la propuesta de solución en donde se contempla los componentes de la acción requerida por el IDEAM teniendo en cuenta el componente financiero que se lleva a cabo en la pregunta

¿Cuánto? Componente tecnológico, el cual es la base fundamental para la puesta en marcha del proyecto utilizando la maquinaria necesaria y herramientas más adecuadas según los requerimientos del proceso de fabricación a su vez los componentes técnicos que están relacionados con la puesta en marcha a las necesidades y las cuales se requiere personal capacitado dentro de cada una de las áreas del proceso productivo y ese componente humano está encaminado a llevar en marcha todo el proceso.

¿Cuánto? Teniendo en cuenta el carácter monetario donde el presupuesto inicial se encuentra constituido por los diferentes inversionistas del proyecto y donde estas inversiones fueron previamente estudiadas podemos contar con los recursos necesarios que permiten contemplar el desarrollo del proyecto desde su inicio, las fases del proyecto puesta en marcha y su culminación.

El proyecto utilizara recursos a través de las fuentes de financiamiento en primera instancia para creadores de empresa en donde actualmente en el país existen diferentes alternativas de financiamiento para proyectos innovadores creados por los diferentes entes públicas y privadas las cuales son iniciativas del gobierno y se encuentra como capital semilla, así pues, como destapa futuro esta entidad está apoyada por Bavaria.

Es importante tener en cuenta que todos estos beneficios son otorgados principalmente a los proyectos más sobresalientes del país.

También tenemos los diferentes créditos para creación de empresa como una opción para poder obtener los diferentes recursos en la puesta en marcha del proyecto en donde se cuenta con líneas de crédito ofrecidas por diferentes entidades bancarias con unos muy buenos beneficios financieros que buscan promover e impulsar nuevas ideas de negocio en el país entre estos encontramos los bancos de segundo piso es decir que su actividad se centra en canalizar fondos a los consumidores a través de otras entidades de crédito en donde el emprendedor solicita un financiamiento para capital de trabajo al banco , este a su vez recurre al banco de segundo piso para pedir los recursos que luego prestara el solicitante, estas son las principales característica

Brindan recursos para determinados fines, por ejemplo, el desarrollo de infraestructura.

Su particularidad más visible es que no cuentan con oficinas para atención al público general.

No reciben depósitos de los ahorristas.

También se les conoce como banca de desarrollo o banca de fomento.

Buscan resolver problemas de financiamiento en actividades como la agricultura donde los sujetos de crédito suelen ser catalogados de alto riesgo por la banca comercial.

Los gobiernos pueden usar estos bancos para fomentar ciertas actividades económicas, como los negocios innovadores, por ejemplo.

Utilizan a otras entidades como sus intermediarios financieros.

Pueden colocar créditos a corto, mediano o largo plazo.

Ofrecen condiciones de crédito (plazos, tipos de interés y otros) más accesibles para los deudores. Esto, en comparación a la banca comercial.

Cabe resaltar que, aunque un préstamo se haga con recursos de un banco de segundo piso, la aprobación del financiamiento depende de la banca de primer nivel. Si no se pasan los filtros, el sujeto no accederá al crédito.

¿Donde? Las principales causas detectadas en el problema de estudio hace referencia a la mala disposición de los residuos generados por el hombre de sus neumáticos dañados abandonados los cuales generan una gran contaminación en el municipio de Mosquera, Para poder analizar esta causa detectada y profundizar en ella, se hace necesario describir de una forma gráfica los diferentes problemáticas generadas por estos residuos y según el indicador más alto podemos tener una retroalimentación de la información contenida y mirar las diferentes variables.

Este estudio se realizó a través de una encuesta realizada a 50 personas en donde se le pregunto a la comunidad del municipio de Mosquera: ¿Qué consecuencias a usted y a la comunidad en donde vive genera la mala disposición de los residuos de llantas dañadas abandonadas en el municipio?, ¿si tiene consecuencias? o ¿No tiene consecuencias?

Los resultados fueron los siguientes: todos respondieron que tiene consecuencias, estas son las principales consecuencias.

Contaminación del agua

Contaminación del suelo

Contaminación visual

Generación de roedores

Producción de mosquitos o dengue

Al ser quemadas el humo produce problemas respiratorios, ardor en ojos, tos seca

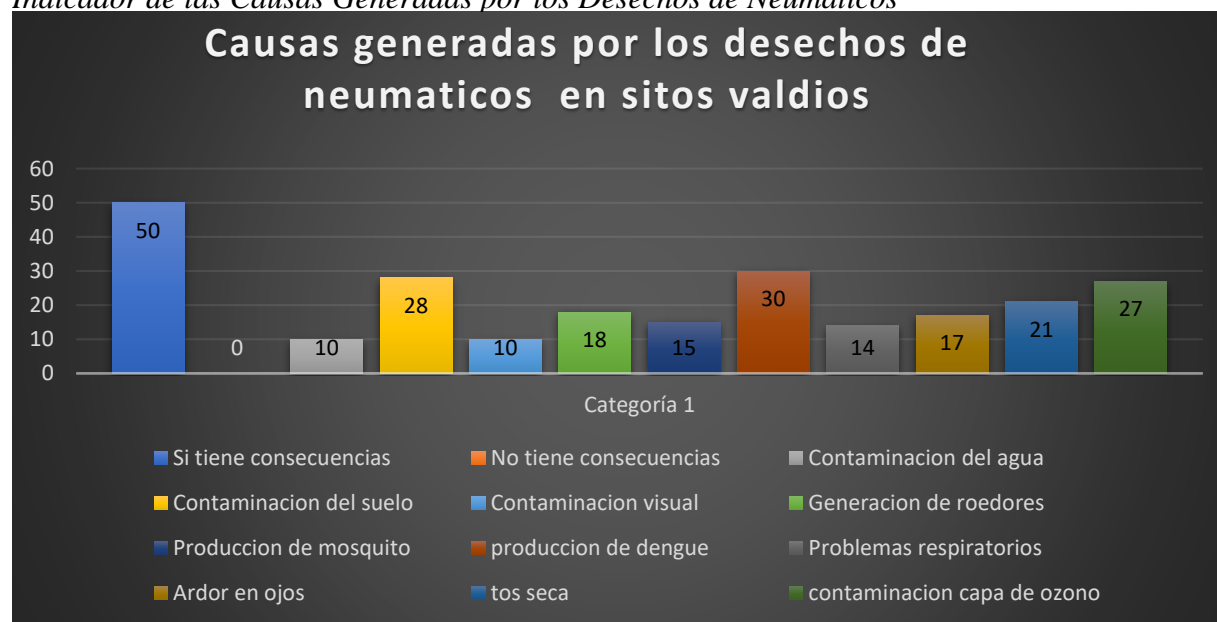
Contaminación a la capa de ozono

Lluvia acida

Esto se puede observar de una manera más amplia a través de la siguiente gráfica:

**Figura 7**

*Indicador de las Causas Generadas por los Desechos de Neumáticos*



*Fuente.* Elaboración del autor

Según la gráfica podemos determinar las principales causas que las personas del municipio de Mosquera están viviendo actualmente por la mala disposición de estos residuos, y poner en marcha el proyecto para dar solución a la problemática social, ambiental y de salud.

## **Identificación de Interesados**

Son aquellas organizaciones involucradas en el proyecto, que pueden influir positivamente o negativamente en el desarrollo e implementación del mismo. Para su identificación es necesario conocer las metodologías a partir de la pregunta que permita identificar inicialmente quienes son y cómo pueden interactuar en todo el desarrollo del proyecto, así como las diferentes acciones que se realizan, los recursos que podrían aportar al proyecto y las preguntas recomendaciones que se ofrecerían para la implementación.

Estas organizaciones se ocupan de Realizar los resultados según los niveles esperados y cuáles son las posibles acciones e impactos tanto negativos como positivos y las estrategias que se desarrollaran a lo largo de todo el proyecto.

Para nuestro caso están identificaron tres interesados externos: estas son entidades que no trabajan directamente con la empresa, pero de alguna forma se ven afectados por las acciones y los diferentes resultados de la compañía como son los proveedores que se dedican a la recolección y selección de reciclaje. Ellos nos solicitan ser parte del proyecto suministrándonos las llantas recicladas debidamente seleccionadas para nuestro proyecto y por ende pueden ser vinculados en el proyecto.

Del mismo modo se definieron cinco actores internos estas personas se encuentran o forman parte de la compañía u organización, que según su papel, función o nivel de influencia en la compañía podrían ser los principales involucrados dentro de todo el proceso teniendo en cuenta el desarrollo e implementación del proyecto que hace parte del cumplimiento de cada una de las tareas asignadas dentro de sus funciones.

El director del proyecto: el cuál es el responsable de atender las necesidades de los integrantes del proyecto, brindando una solución a los requerimientos que se soliciten. Establece

el control de los diferentes avances del proyecto, asignaciones de trabajo y sobre todo llevar a buenos términos la ejecución del proyecto

Coordinador de área de gestión humana: Es el encargado de planificar, dirigir y controlar los procesos vinculados a la compañía como la vinculación, capacitación, desarrollo, remuneraciones, movimientos de personal, compensaciones y beneficios del personal en función de los objetivos del proyecto

Secretario general de la entidad: Es la persona encargada de escribir la correspondencia, custodiar los diferentes documentos del proyecto extender actas y dar fe en los acuerdos dentro de la entidad o empresa

Funcionarios de planta: Son las personas encargadas para ocupar un cargo según su especialidad y velar por el cumplimiento de los distintos requerimientos de la compañía ya que la empresa depende de cada una de sus funciones para poder llevar a cabo el proyecto según los objetivos esperados.

Supervisor de producción: Es persona encargada de producir y administrar los procesos y personal involucrados en el desarrollo de un tarea o en la fabricación de un producto , esta actividad está enfocada a garantizar un proceso ágil sin descuidar la seguridad integral de las personas para que puedan desempeñar sus actividades con las herramientas proporcionadas por la compañía del mismo modo velar por el buen funcionamiento de las máquinas para que sus productos cumplan con las normas de calidad exigidas en cada uno de sus productos.

## **Hipótesis de Trabajo Para el Desarrollo de la Solución del Problema con la Solución**

### **Propuesta**

La solución propuesta: se ha podido identificar claramente según el contexto del planteamiento del problema en donde corresponde a la disposición generada por las llantas recicladas, la empresa dedicada a la fabricación de placas de concreto analizar cómo implementar sus componentes y que procesos realizarle que sea acorde con las requisiciones de sus clientes, las cuales no logran estar muy claras debido a la falta de conocimiento con el producto, así como la gran cantidad de neumáticos desechados en el municipio de Mosquera que diariamente están incrementado según las estadísticas de la revista semana una sola llanta de camión o automóvil necesita para su fabricación medio barril de petróleo crudo para su proceso de fabricación. Según cifras de la DIAN, en Colombia en el año 2020 se importaron 1.350.000 llantas, de las cuales se reencaucho solo un 29%. El total de llantas usadas que terminaron en calles y rellenos sanitarios es de 958.000 unidades.

Esto generando una gran contaminación, con los anteriores elementos y los descritos en la parte diagnóstico del problema se plantea lo siguiente la incorporación de caucho triturado para la fabricación de placas de concreto para casas prefabricadas corresponde a un desarrollo claro, metodológico y sistemático de la transformación y uso de componentes sintéticos los cuales generan aislamiento térmico, impermeabilización y durabilidad a las construcciones de viviendas dándole a la sociedad unos mejores beneficios tanto económicos como físicos hablando de su salud e integridad al estar viviendo en estas edificaciones. (Dobrotă, 2018)

## Metas Estratégicas de la Entidad como Base Para la Solución del Problema

**Figura 8**

*Casa de Concreto con Caucho Triturado*



*Fuente.* [Arquitecturayempresa.es](http://Arquitecturayempresa.es)

### **Marco estratégico**

**Misión:** Realizar proyectos de construcción modernos que abarquen tanto el diseño, su construcción e ingeniería con unos excelentes estándares de calidad donde a nuestros usuarios se le garantice un entorno agradable con el medio ambiente y a su vez satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes en un entorno social y económico generando así una fuente de trabajo donde se fomente un buen clima laboral que sirva como desarrollo personal y profesional de los trabajadores.

**Visión:** Ser una empresa líder en la fabricación de casas prefabricadas utilizando caucho triturado procedente de llantas recicladas, elegida por nuestros proyectos, diseños, ingeniería, construcción y comercialización de viviendas de interés social de alta calidad, con personal calificado optimizando los costos siempre pensando en el bienestar de nuestros clientes ofreciéndoles

diferentes opciones con los mismos estándares de calidad y servicio que garantice solidez y reconocimiento contribuyendo al desarrollo social y económico del país.

**Política de calidad:** Ser una empresa que tiene como objetivo general garantizar a nuestros clientes un servicio eficaz y eficiente según sus necesidades.

Para ello la compañía cuenta con el conocimiento y compromiso de todos y cada uno de los colaboradores teniendo en cuenta las diferentes directrices estipuladas por la gerencia.

Revisiones periódicas del sistema de gestión de calidad

Integración de todas las partes de la compañía

Control y seguimiento de la maquinaria

Establecimiento de indicadores

Gestión de posibles reclamos y sugerencias de nuestros clientes

### **Objetivos estratégicos o pilare estratégicos**

**Liderazgo:** Ser una empresa líder en la producción de casas prefabricadas de concreto con caucho reciclado a través de un capital humano capaz de generar y transformar un producto y sea una fuente de cambio en la industria arquitectónica en construcciones de viviendas de interés social en Colombia.

Hacia una empresa moderna. Este pilar se encuentra dividido en dos componentes:

Liderazgo social y liderazgo nacional

**Innovación:** Crear y aplicar nuevos productos, servicios, procesos y mejoras capaces de revolucionar la industria con la producción y difusión en masa de productos sismo resistentes capaces de adaptarse a los diferentes climas y ambientes para la comodidad y funcionalidad de los hogares colombianos.

*Gestión del conocimiento:* Aumentar la capacidad para asegurar una nueva generación de conocimiento con la implementación de productos reciclados capaces de mitigar una problemática social que garantice la conservación del medio ambiente, mediante el desarrollo de modelos de intercambio y transferencia permanente del conocimiento en los diferentes procesos de la fabricación del producto.

*Comunicación y accesibilidad:* Garantizar el acceso equitativo a los productos y servicios que la compañía suministre a los diferentes clientes a través de los diferentes medios de comunicación como lo es el internet con un lenguaje claro y con estrategias de sensibilización acerca de la importancia del cuidado del medio ambiente al utilizar nuestros productos que promueva la cultura ciudadana.

*Gestión del capital humano:* Lograr la excelencia del capital humano por medio de la gestión con el desarrollo del bienestar, el conocimiento, las diferentes competencias y la sostenibilidad con la generación de empleo con la construcción de las casas prefabricadas

De acuerdo a los pilares expuestos, la principal solución apunta directamente a la “*implementación del caucho triturado reciclado*”, puesto que se pretende generar un sistema innovador de construcción accesible a la sociedad capaz de revolucionar la industria de la construcción con el talento humano y eficaz para mejorar un proceso, así como para tomar decisiones que sean acertadas y repercutan en la generación de planes, y proyectos en bienestar de la compañía.

Asimismo, y teniendo en cuenta que contribuye el mejoramiento continuo de los procesos y procedimientos en la elaboración de los productos son las diferentes áreas de la compañía, pueden considerarse un recurso “innovador” que pretende brindar un producto confiable capaz de generar resultados óptimos medibles y con una efectividad ante el cliente.

## **Plan de Comunicaciones para los Distintos Grupos de Interés del Proyecto**

### **Alcance**

Difundir a los actores que tienen algún tipo de relación con la empresa sobre el proyecto en el desarrollo de la metodología que viabiliza la implementación de un sistema integrado de caucho triturado reciclado capaz de mejorar, controlar las inclemencias del tiempo que sufren las construcciones tradicionales de concreto mediante la utilización del producto a través de las herramientas de comunicación como presentaciones presenciales, reuniones, talleres entre otras.

**Cronograma de Actividades (Incluyendo Recursos Requeridos y Asignando Costos para el Desarrollo de las Actividades que Componen el Proceso de Consultoría)**

**Figura 9**

*Cronograma*

Cronograma de actividades																			
ACTIVIDAD	Tiempo de ejecución en semanas																		
Identificación descripción y planteamiento del problema,	1																		
Antecedente internos y externos		1																	
Identificación de hechos			1																
Identificación de impactos				1															
Sistematización del problema					1														
Elaboración de objetivos generales y específicos						2													
Revisión de procesos y procedimientos							2												
Diseño de una propuesta de mejora								2											
Identificación de las variables claves de información en el reciclaje de llantas									2										
Identificación de las metas estratégicas para la solución del problema										3									
Definir el plan de comunicación para los grupos que conforman el proyecto											3								
Descripción técnica que es un prefabricado, que son los elementos prefabricados como se clasifican												3							
Definir el proceso de obtención de caucho, diseño de mezclas de concreto y las propiedades mecánicas del concreto													3						
Estudio económico y financiero														4					
Análisis de inversiones															4				
Presupuesto de ingresos y gastos																3			
Elaboración capital de trabajo																	2		
Versión final de la metodología																		2	
Total, de actividades 18	Total, de ejecución en semanas 40 semanas 9 meses aprox.																		

*Fuente.* Elaboración del autor

**Figura 10**

*Placas de Concreto Prefabricadas*



*Fuente.* [www.istockphoto.com](http://www.istockphoto.com)

### **¿Qué es un Prefabricado?**

Los prefabricados son los diferentes elementos ensamblados entre sí, una vez que han sido diseñados y elaborados previamente en la fábrica de producción estos pueden ser moldeados y endurecidos. La construcción prefabricada consiste en la producción en taller de determinadas piezas realizadas en moldes los cuales son fundidos de menor o mayor tamaño según se su complejidad que posteriormente se trasladan a obra para su instalación ensamble por lo tanto se trata de un tipo de construcción que incorpora métodos y técnicas constructivas que aportan una gran ventaja de instalación en un corto tiempo.

## ¿Qué son los Elementos Prefabricados en Concreto?

El concreto prefabricado se refiere a la colocación del concreto en alguna ubicación diferente de su posición inicial para pasar a una posición final en la estructura, usualmente en una planta de producción o fabricación, después de que estos elementos han sido curados hasta alcanzar una resistencia suficiente para su manejo son removidos de sus moldes y trasladados a la estructura o montaje de la construcción, esta estructura incluye vigas, trabes, viguetas, columnas, pilas, pilotes, cabezas de pilotes losas, paneles o muros de carga,. Este concreto puede ser reforzado o pres forzado

El prefabricado arquitectónico contiene paneles de muros con ventanas, porta luces, coberturas de columnas. Este concreto puede ser sin refuerzo y convencionalmente reforzado y reforzado. El concreto reforzado contiene un refuerzo de tensión bien sea pretensado, potenziado o una combinación de ambos sistemas para incluir esfuerzos internos que contrarresten los esfuerzos de tensión inducidos por cargas impuestas

En el pretensado, los tendones de refuerzo se instalan y se esfuerzan según se especifique, posteriormente el concreto es colocado y compactado alrededor de ellos para asegurar la adherencia adecuada a los tendones. Después de que el concreto desarrolló la resistencia mínima necesaria, se liberan los esfuerzos de tensión de los tendones y la adherencia entre el acero y el concreto produce la compresión requerida en el concreto.

El pos tensado requiere tensar los tendones después de que el concreto se ha endurecido, es colocado alrededor de huecos o ductos a través de los cuales se insertan los tendones de acero ya sea antes o después de la colocación del concreto, después de que el concreto desarrolla la resistencia mínima necesaria, los tendones son estirados a la tensión requerida y anclados al

concreto en los extremos para retener la tensión en el acero y así desarrollar compresión en el concreto.

### **¿Cómo se Clasifican los Materiales Prefabricados?**

Los materiales prefabricados se clasifican según su peso y dimensiones de las diferentes piezas elaboradas

**Prefabricados livianos:** Son los pequeños elementos prefabricados o ligeros, de peso inferior a los 30 kg, destinados a ser colocados de forma manual por uno o dos operarios.

**Prefabricados semipesados:** Su peso es inferior a los 500 kg, destinados a su puesta en obra utilizando medios mecánicos simples a base de poleas, palancas, malacates y barretas.

**Prefabricados pesados:** Su peso es superior a 500 kg, requiriéndose para su puesta en obra, maquinaria pesada tales como grúas de gran porte

También se clasifican los materiales prefabricados según sea su forma en:

**Bloques:** Son elementos prefabricados para construcción de muros, son auto estables sin necesitar de apoyos auxiliares para su colocación como bloques de hormigón, bloques de ladrillo hueco etc.

**Paneles:** Los paneles constituyen placas cuya relación entre grosor y superficie es significativa como muros de contención, antepechos, placas de fachadas, placas de yeso, etc.

**Elementos lineales:** Son piezas esbeltas, de sección transversal reducida en relación a su longitud como vigas, columnas, pilotes, etc.

También las estructuras prefabricadas se pueden ejecutar con cualquier material estructural en hormigón armado, hormigón pretensado, hormigón pos tensado, acero, aluminio, madera y plástico.

Hormigón armado: Comenzó a utilizarse a finales del s. XIX y se desarrolló a principios del s. XX. Las barras de Acero se introducen en la pieza de Hormigón, en el borde que resiste las tracciones, y debido a la adherencia entre ambos materiales, las primeras resisten las tracciones y el segundo las compresiones. Esta adherencia mejora significativamente colocando barras corrugadas (con resaltes transversales).

La dosificación clásica para el hormigón armado, teniendo en cuenta la composición granulométrica corriente de los Áridos redondeados de río, es la siguiente:

Grava: 800 a 900 litros

Arena: 400 a 500 litros

Cemento: 300 a 350 Kg.

Agua: 200 litros

### **Figura 11**

*Vertimiento de Concreto en Estructura de Hierro Amarrado*



*Fuente.* Ingecivil.net

Hormigón pretensado: Se denomina al hormigón que contiene acero sometido a fuerte atracción previa y permanente. La idea básica del pretensado es someter a compresión al hormigón antes de cargarlo en todas aquellas áreas en que las cargas produzcan tracciones y de esta manera hasta que estas compresiones no son anuladas, no aparecen tracciones en el hormigón.

**Figura 12***Concreto Sometido a Compresión*

Fuente. [www.costos.com.py](http://www.costos.com.py) octubre 2014

Hormigón pos tensado: Es un tipo de hormigón pres forzado que es sometido a fuerzas de compresión después del vertido y fraguado de la mezcla fresca del hormigón, es decir cuando el hormigón se halla en sus primeras etapas de endurecimiento y desarrolla una resistencia característica. Los esfuerzos de compresión que recibe el hormigón fraguado son causados por el tensado de una armadura metálica compuesta por barras o cables de acero, los cuales están contenidos en tubos plásticos o metálicos encerrados y colocados durante el encofrado siguiendo minuciosamente las especificaciones del diseño.

**Figura 13***Concreto Tensado por Cables de Hierro*

Fuente. 360 en concreto

Acero: Se denomina acero a aquellos productos ferrosos cuyo porcentaje de carbono está comprendido entre 0,005 y 1,7%. El acero combina la resistencia y trabajabilidad, lo que se presta a fabricaciones diversas, sus propiedades pueden ser manejadas de acuerdo a las diferentes necesidades específicas mediante tratamientos con calor, trabajo mecánico o mediante aleaciones.

#### **Figura 14**

*Varillas de Acero*



*Fuente.* Kalischacero.com

Aluminio: Es uno de los elementos más abundantes en la tierra, constituye el 7.3% de su masa, en su forma natural, solamente existe en combinación con otros materiales, es un material muy blanco con matiz ligeramente azulado y se obtiene por electrolisis de la bauxita (roca sedimentaria blanca y ligera que tiene gran parecido con la arcilla sin embargo es más compacta) en criolita fundida, la cual es muy dúctil y maleable en donde se obtiene en hilos o en hojas como a hora. Una de sus principales características es que es resistente al aire por cubrirse de una capa de óxido invisible como un barniz que le protege por ser muy adherente las aguas potables y ácidos le atacan. En la construcción es utilizado en encofrados

**Figura 15***Encofrado en Aluminio**Fuente. Exoandamiaje.com*

Madera: La construcción en madera presta múltiples beneficios en términos medioambientales entre ellos se destacan como el único material renovable y reciclable ya que usa menor cantidad de energía para ser procesada, tiene capacidad de absorber carbono, se produce menos desechos y acelera los plazos de construcción, es un material conductor ya que energéticamente conduce el calor convirtiéndose en un aislante térmico. En la construcción se utiliza como estructuras mixtas de madera y hormigón logrando tener un comportamiento similar a las del acero y hormigón en donde la madera juega el papel del acero logrando no presentar comportamiento dúctil ni en flexo tracción ni en flexo compresión

**Figura 16***Estructura Mixta de Madera y Hormigón**Fuente. www.fontdarquitectura.com*

Plástico: El uso de plástico en la construcción es de gran importancia, tanto en revestimientos como en impermeabilización, aislamientos y en la elaboración de distintos elementos para instalaciones tanto eléctricas, de suministro de agua. La calidad y los resultados mejorados de los plásticos han mejorado notablemente a partir de la década de 1950 y nuevas técnicas como la sustitución del gas por petróleo en la fabricación la variedad de plásticos aumento de manera espectacular adquiriendo ventajas como:

Son durables y resistentes a la corrosión

Aíslan efectivamente

Buena relación costo beneficio

Poco mantenimiento

Limpios e higiénicos

De fácil procesado e instalación

Livianos.

### **Figura 17**

*Instalación de Sistemas Eléctricos Dentro de las Placas de Concreto*



Fuente. rdv.com.co

**Figura 18***Proceso Trituración Mecánica para Obtención de Grano de Caucho Reciclado*

*Fuente.* Elaboración del autor

**Procesos de Obtención del Grano de Caucho Reciclado**

El proceso de obtención del grano de caucho triturado en la actualidad se emplean muchos métodos los cuales tienen la gran finalidad de recuperar la gran cantidad de llantas que se encuentran en desuso y que a través del procedimiento de recolección podemos eliminar de manera controlada los impactos ambientales que traen consigo una incorrecta disposición final. La trituración mecánica: Este proceso consiste básicamente en una serie de cuchillas las cuales se encargan de desmenuzar las llantas, Esta trituración mecánica consta de varios pasos y es el más utilizado en nuestro país. A continuación, se nombran los procesos y maquinaria cuyo objetivo es el de la obtención del caucho granulado.

**Figura 19***Máquina Separadora de Cubierta y Alambre*

*Fuente.* maquinariadereciclaje.com

**Figura 20***Cubiertas de Neumático*

*Fuente.* maquinariadereciclaje.com

Esta máquina es la encargada de retirar las cubiertas de ambas caras del neumático en donde se encuentra alojado el aro de talón (el cual está compuesto por un grupo de alambres resistentes que forman varios rollos los cuales gracias a él es posible colocar el neumático en la llanta) su funcionamiento es neumático y utiliza una baja rotación de velocidad a través de un motor reductor el cual se encarga de generar un alto torque para poder realizar el despiece de las cubiertas generando un trabajo constante y eficiente. Es de 7500w y procesa 100 unidades /hora y tiene un peso total de 300k

**Figura 21***Maquina Saca Puntas*

*Fuente.* maquinariadereciclaje.com

**Figura 22**

*Operario Sacando Puntas del Neumático*



*Fuente.* Elaboración del autor

Esta máquina es la encargada de separar la pared lateral, obteniendo así dos partes de la llanta, la maquina cuenta con tres partes principales para realizar el trabajo, un sistema de transmisión de potencia que le permite que la llanta gire, una cuchilla que realiza el corte y una manija manual que presiona a la cuchilla con la llanta la cual se encuentra en movimiento circular permitiendo el corte. Es de 4000w y procesa 40 unidades /hora 600mm hasta 1200mm

**Figura 23**

*Máquina de Corte Lineal*

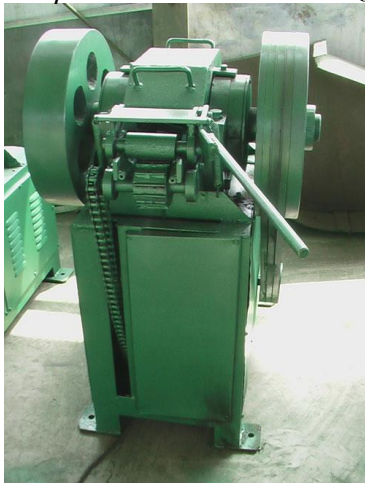


*Fuente.* maquinariadereciclaje.co

**Figura 24***Tiras Lineales de Neumático*

*Fuente.* maquinariadereciclaje.com

Esta máquina es la encargada de cortar en tiras lo que quedo del proceso anterior que es la parte sobrante de la banda de rodadura y el hombre de la llanta esta se coloca en las cuchillas cortando la llanta en ambas caras las cuales girando la llanta van saliendo tiras de caucho. Esta máquina esta compuestas por una cuchilla circular que es la parte calve para cortar el caucho con un motor, transmisión y una polea dentada la cual genera el movimiento para realizar el corte. Es de 400w 2500kg/hora

**Figura 25***Maquina Cortadora de Trozos*

*Fuente.* maquinariadereciclaje.com

**Figura 26***Trozos de Caucho Cortados*

*Fuente.* maquinariadereciclaje.com

Esta máquina es la encargada de cortar en trozos más pequeños las tiras de caucho generados por la máquina de corte lineal, está compuesta por dos volantes, un eje, una cadena y un motor el cual succiona la tira de caucho y en su interior una serie de cuchillas realizan los diferentes cortes en cuadros de goma para así facilitar su recolección y transporte al siguiente proceso. Es de 4000w y produce 800kg/hora.

**Máquina de aplastar en polvo****Figura 27***Máquina de Aplastar en Polvo*

*Fuente.* maquinariadereciclaje.com

**Figura 28***Banda Transportadora con Trozos de Caucho*

*Fuente. maquinariadereciclaje.com*

Esta maquina es encargada de procesar los cuadros o trozoz de goma su funcionamiento es de la siguiente manera el operario deposista los trozoz de caucho en un banda trasportadora la cual ingresa el producto al interior de la maquina por medio de unos molinos los cuales se encarga de transformarlo en polvo o granulos de cucho con alambre , luego pasan por una banda transportadora. La maquina aplasta el plover de 500kg a 4000 kg.

**Figura 29***Máquina de Imán*

*Fuente. maquinariadereciclaje.com*

Esta maquina se encargada de separar entre el polvo de cacho triturado los pequeños alambres que se encuentran mezclados en el producto final, esta compuesta por dos fuertes imanes los cuales atraen los diminutos almbres dejando el polvo de caucho triturado libre de impurezas, una cinta trasportadora, dos motores electricos y un saco para depositar losmalambres filtrados por el iman

### Figura 30

*Residuos Recolectados de Limadura de Alambres que Filtro el Imán*



Fuente. maquinariadereciclaje.com

### Figura 31

*Granulo de Caucho Reciclado (GCR)*

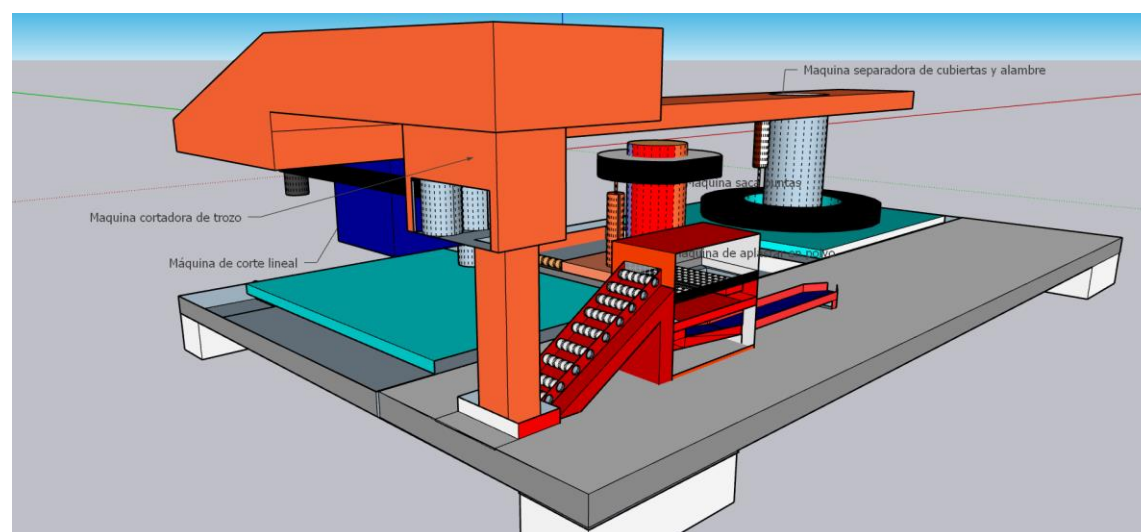
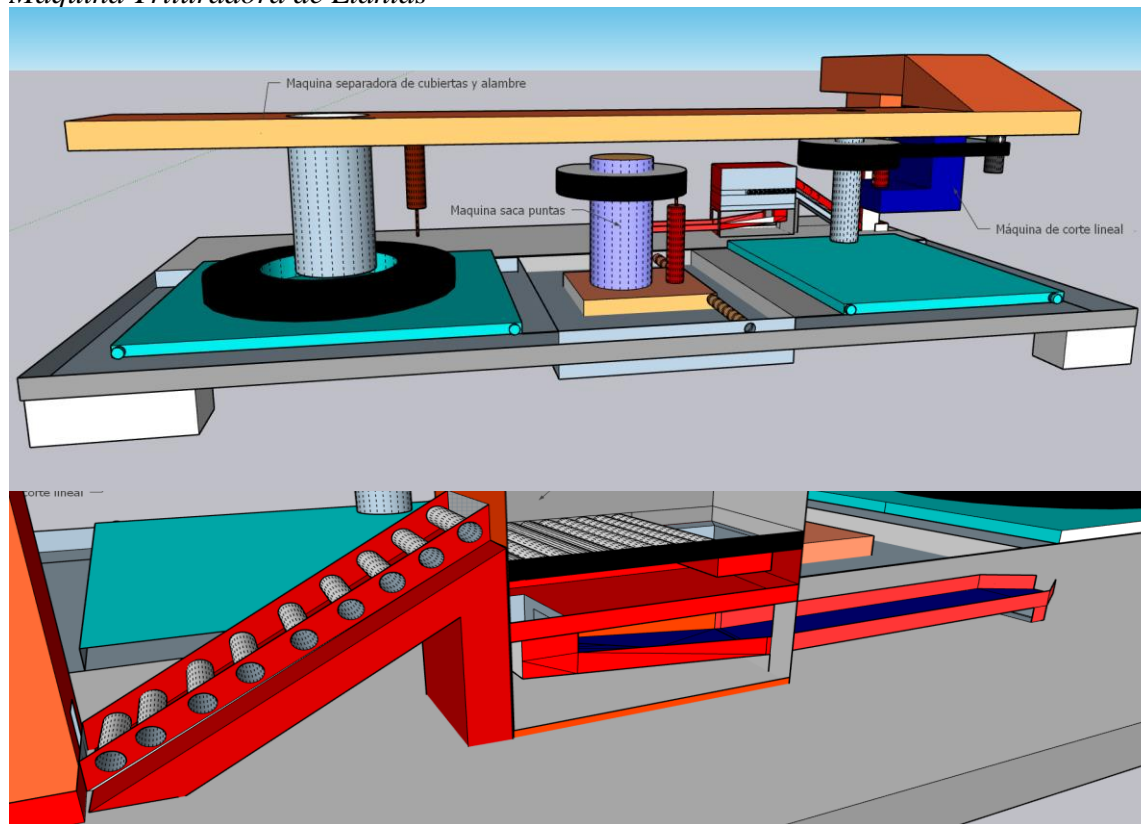
	
Características:	Granulo de Caucho Reciclado (GCR), esta compuesto por caucho vulcanizado proveniente de la trituración de mecánica y separación de materiales de las llantas usadas.
Forma física:	Gránulos de forma irregular
Granulometría:	0.0 - 7.0 mm
Almacenamiento	Bultos de Polipropileno
Manipulación:	No son necesarias preocupaciones generales
Punto de Combustión:	300 - 400 °C

Fuente. maquinariadereciclaje.com

## Propuesta y Diseño del Proceso Innovador de Trituración de llantas

Figura 32

### Máquina Trituradora de Llantas



Fuente. Elaboración del autor

Este diseño está enfocado a las diferentes falencias y necesidades encontradas en las empresas dedicadas a la trituración de llantas en las cuales nos sirvieron de base para diseñar un sistema que se encuentre acorde con nuestro proyecto tanto a nivel técnico, industrial de procesos y financiero. Se tuvo en cuenta la cantidad de granulo de caucho reciclado procesado necesario para la elaboración de las placas de concreto teniendo en cuenta la demanda en ventas para su fabricación.

Descripción del diseño: Como se menciona anteriormente este diseño es el resultado final de un proceso con el objetivo de buscar una solución a la problemática en particular, pero tratando en lo posible de mitigar el impacto ambiental en el departamento de Cundinamarca con el aprovechamiento de los residuos de las llantas como materia prima e insumo a nuestro proceso de la fabricación de placas de concreto.

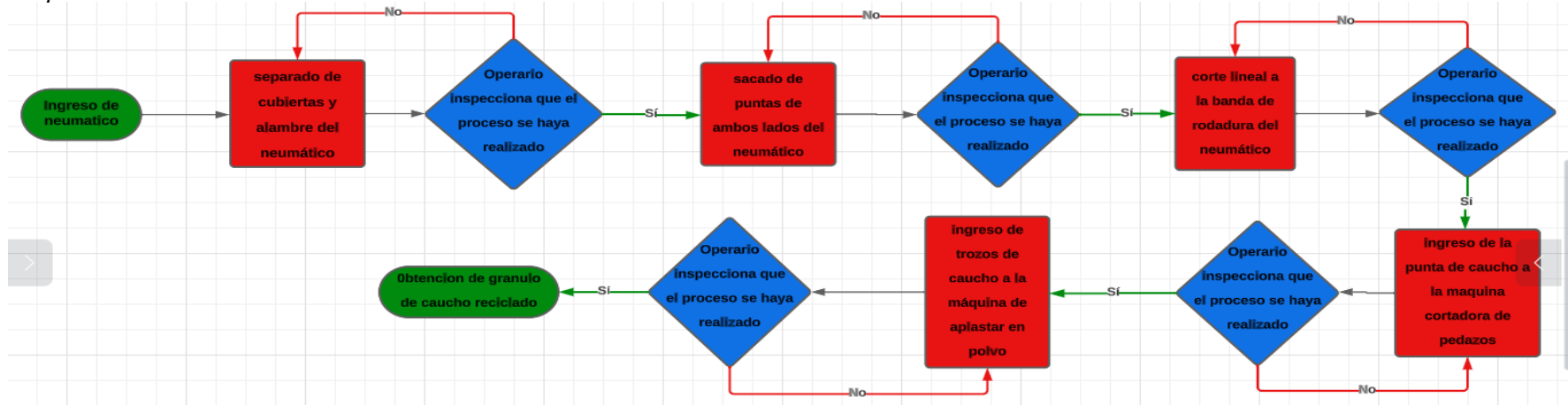
Es una maquina donde están incorporados todos los procesos necesarios para la obtención del granulo de caucho, está diseñada para realizar todo el proceso en línea ósea proceso secuencial teniendo en cuenta la distribución de planta, los tiempos muertos de desplazamiento, sobre carga de trabajo en cada puesto de trabajo y el volumen de granulo de caucho obtenido durante el proceso.

Funcionamiento de la máquina trituradora de caucho: La maquia trituradora trabaja en una línea de producción que está separada por 6 etapas según el requerimiento del producto de la siguiente manera.

A continuación, se hace un paralelo del proceso de obtención del grano de caucho reciclado con un diseño nuevo innovador contra el proceso tradicional de Obtención del Grano de Caucho Reciclado, describiendo las ventajas y desventajas

Figura 33

*Etapas del Proceso Nuevo de Trituración de Llantas*



*Fuente.* Elaboración del autor

Figura 34

*Planta Trituradora de Llantas Recicladas para Obtención de Granulo de Caucho*



*Fuente.* Economía pequeña de reciclaje

1 Etapa de despiece: La materia prima o neumático ingresa a través de una banda transportadora en donde un operario supervisa el desarrollo del proceso de separado de cubiertas y alambre del neumático por medio de un tablero digital indicando paso a paso el desarrollo de la siguiente manera, un gato hidráulico agarra el neumático por el talón levantándolo de la banda transportadora y lo dirige a la maquina encargada de separar el alambre y la cubierta de una cara y realiza la operación, luego la misma maquina realiza la misma operación en la otra cara.

2 Etapa de extracción: El neumático ya sin ambas cubiertas ingresa por una banda transportadora a la segunda maquina saca puntas controlada por un operario y un panel digital para realizar el procedimiento de la siguiente manera, un brazo hidráulico sujeta el neumático y lo eleva proporcionalmente para ser acoplado con la herramienta de corte la cual procede a realizar la operación simultáneamente de ambas caras del neumático a través de la rotación del brazo hidráulico dejando solo la banda de rodadura

3 Etapa de corte: el neumático ya solo con la banda de rodadura ingresa a la tercera máquina de corte lineal a través de una banda transportadora controlada por un operario y su panel digital de la siguiente manera: la banda de rodadura es sujeta internamente por un brazo hidráulico y es elevada para ser dispuesta a través de una cuchilla circular para empezar a realizar el corte generando una tira de caucho de todo el contorno de la banda de rodadura.

4 Etapa de fragmentación: después de obtener la tira de caucho la punta ingresa a la cuarta maquina cortadora de pedazos controlada por un operario con su panel digital de la siguiente manera: la tira de caucho es cortada en pequeños trozos a través de dos rodillos los cuales giran simultáneamente realizando los cortes del material y posteriormente son depositados trozos de caucho de neumático estos ingresan a la 4 máquina de aplastar en polvo.

5 Etapa de pulverización: después de obtener los trozos de caucho de neumático estos ingresan a la quinta máquina de aplastar en polvo controlada por un operario a través de un panel digital de la siguiente manera: por medio de una cinta transportadora los trozos de caucho ingresan a una serie de rodillos con pequeñas cuchillas las cuales rotan a gran velocidad y se encargan de pulverizar el producto hasta convertirlo en granulo de caucho, estos gránulos luego pasan a una zaranda en movimiento vibratorio circular. La vibración levanta el material y ayuda a la estratificación, mientras la combinación de vibración y ángulo de inclinación proporciona la velocidad de desplazamiento del material sobre la plataforma que se encarga de separar a través de un imán los trozos de alambre, limalla de las cubiertas y llantas obteniendo una materia prima limpia y sin impurezas.

### Tabla 3

#### *Ventajas y Desventajas del Diseño Innovador*

Desventajas del Proceso tradicional de	Beneficios del Proceso nuevo de Obtención del Grano de
Obtención del Grano de Caucho Reciclado	Caucho Reciclado
<p>En la industria dedicada al proceso de trituración de neumáticos actualmente se realiza por estaciones de trabajo individuales donde cada operario se encarga tanto de suministrar la materia prima como en la manipulación para la obtención del producto generando tanto desperdicios como contaminación ya que los residuos generados por la máquina están contaminando el medio ambiente de forma volátil y no pueden ser controlados ocasionando suciedad en la estructura de la planta de producción, maquinaria y sobre el operario. El material obtenido durante cada operación tiene que ser llevado de forma manual ocasionando pérdidas de tiempo por estar separada cada una de las líneas de producción generando en los operarios tres operaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcanzar el material</li> <li>• Procesar el material</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proceso se realiza de forma lineal en donde se incorporan todas las etapas necesarias para la obtención del granulo del caucho optimizando el espacio y la capacidad instalada de la empresa generando mayor espacio y orden durante todo el proceso.</li> <li>• No se generan residuos tanto físicos como particulado ya que el proceso se realiza en cadena y cada residuo obtenido en cada uno de las estaciones de trabajo es almacenado para posteriormente darle un manejo especial evitando la contaminación tanto al operario como el medio ambiente.</li> <li>• Trabaja mediante un software el cual le ofrece un gran valor al operario para poder controlar el proceso de una forma más técnica y precisa tanto en cada una de las estaciones de trabajo como en todo el proceso.</li> </ul>

- Almacenar el material

Cada una de las maquinas funcionan a una revolución distinta en cada operación a realizar, en donde los operarios pueden tener sobre carga de trabajo y generar lesiones a largo plazo ocasionando en el trabajador disminución y bajo rendimiento en el proceso.

- Minimización del tiempo en cada estación de trabajo y durante todo el proceso al tener claro el tiempo estándar de fabricación generando un ahorro económico a la compañía

Fuente. Elaboración del autor

Por medio de la Tabla 5 se puede apreciar el proceso general de producción desde la transformación de la materia prima “los neumáticos”, la obtención del insumo “granulo de caucho”, La mezcla y homogeneidad “concreto y granulo de caucho” para obtener el producto terminado “placas de concreto”.

**Figura 35**

*Diagrama de Análisis del Nuevo Proceso del Recorrido*

Numero	Operación de trituración de neumáticos y elaboración de placas de concreto			Tiempo minutos	Símbolo				
	Elemento	Cantidad kg y unidades	Distancia mts		●	→	◀	■	▼
0									
1	mover operación 1		1	10					
2	inspección			5					
3	separado de cubierta	100 unid		60					
4	mover operación 2		1	6					
5	inspección			5					
6	Sacado de puntas	40 unidades		60					
7	mover operación 3		1	7					
8	inspección			5					
9	corte de rodadura	2500kg		60					
10	mover operación 4		1	6					
11	inspección			5					
12	corte de pedazos	800kg		60					
13	mover operación 5		1	6					
14	inspección			7					
15	aplantar en polvo	500kg		60					
16	mover operación 6		1	7					
17	inspección			6					
18	tolva de almacenamiento	1.20 kg/dm3	10	12					
19	mover operación 7		3	8					
20	inspección			5					
21	preparación de concreto	100,000 kg	1	20					
22	mover operación 8			7					
23	inspección			5					
24	inyección de concreto en moldes	100,000 kg	1	25					
25	mover operación 8								
26	inspección								
27	desmolde piezas en concreto								
28	almacenamiento producto terminado	20 a 50m piezas	1	30					
29	inspección								
	total		22	487					8.11 horas

Fuente. Elaboración del autor

A continuación, se realiza la descripción del diagrama de procesos que en el proyecto se diseñó como un proceso en línea en donde se tuvo en cuenta la minimización del espacio, los desplazamientos y el tiempo para optimizar los diferentes recursos durante todo el proceso, del mismo modo se tuvo en cuenta la ergonomía de cada uno de los puestos de trabajo de los operarios los cuales haciendo una comparación del proceso tradicional de la obtención de granulo de caucho triturado con el proyecto donde el operario tiene que acoplarse al sitio de trabajo sino la maquina se acopla al operario obteniendo un 80% de productividad y minimizando las lesiones y esfuerzo físico durante su jornada laboral.

Todo el proceso consta de 29 pasos describiendo cada una de las operaciones, cantidad en kilogramos y unidades procesadas en cada puesto de trabajo, distancia en metros entre cada estación de trabajo, tiempo en minutos en la ejecución de cada proceso y el diagrama de las secuencias de recorrido de todo el proceso.

**Paso 1: Ingreso del neumático o materia prima:** en este primer paso el neumático ingresa a la banda transportadora para iniciar el proceso a la máquina trituradora en un recorrido de 1 metro y con un tiempo de 10 minutos

**Paso 2: Inspección de la materia prima:** en el paso dos el operario del puesto de trabajo hace la revisión que el neumático ingrese a la línea de producción sin ningún objeto extraño como alambre, puntillas, madera que interrumpa el proceso que dañe algún componente o pieza de la maquina esto se realiza en 5 minutos.

**Paso 3: Separado de cubierta:** en el paso tres un operario realiza la separación del subproducto, en esta sección al realizar el proceso se obtienen 100 unidades por hora en un tiempo de 60 minutos de materia prima.

**Paso 4: Ingreso de neumático sin cubiertas:** en el paso cuatro el neumático sin aros ni alambres ingresan al siguiente puesto de trabajo en un recorrido de 1 metro y con un tiempo de 6 minutos

**Paso 5: Inspección de neumático sin cubiertas:** en el paso cinco el operario hace la revisión del neumático y verifica que no contenga ningún sobrante de las cubiertas ni residuos de alambre esto se realiza en un lapso de 5 minutos.

**Paso 6: Sacado de puntas:** en el paso seis el operario realiza la siguiente operación obteniendo 40 unidades en 60 minutos de materia prima.

**Paso 7: Ingreso de neumáticos sin las puntas:** en el paso siete el neumático sin sus puntas laterales ingresa al siguiente puesto de trabajo en un recorrido de 1 metro y con un tiempo de 7 minutos.

**Paso 8: Inspección de neumático sin rebabas:** en el paso ocho el operario revisa que el corte realizado por la maquina este totalmente limpio por el corte y así se genere un mejor control con el filo y estado físico de la cuchilla de corte de la estación de trabajo esto se hace en un tiempo de 5 minutos.

**Paso 9: Corte de rodadura:** en el paso nueve se realiza la operación de corte lineal de rodadura a través de un operario en donde se obtiene 2500 kilogramos de materia prima en un tiempo de 60 minutos de materia prima.

**Paso 10: Ingreso de tiras lineales de neumático:** en el paso diez las tiras de neumático ingresan al siguiente puesto de trabajo en un recorrido de 1 metro y 6 minutos.

**Paso 11: Inspección de tiras de neumático:** en el paso once el operario verifica las diferentes tiras de neumático que cuenten con el espesor indicado

cunado se generó cada uno de los cortes los cuales pueden generar tanto atasques y desgaste de las piezas de la maquina por la desigualdad y grosor de la materia prima, eso se realiza en un tiempo de 5 minutos.

**Paso 12: Corte de pedazos:** en el paso doce se realiza la operación de corte de pedazos de caucho con un operario obteniendo una producción de 800 kilogramos en 60 minutos de materia prima.

**Paso 13: Ingreso de los trozos de caucho:** en el paso trece los trozos de caucho ingresan al siguiente puesto de trabajo en un recorrido de 1 metro y un tiempo de 6 minutos.

**Paso 14: Inspección trozos:** en el paso catorce el operario verifica que los diferentes trozos de caucho no se encuentren unidos y cumplan con las especificaciones según el programa de producción en un tiempo de 7 minutos.

**Paso 15: Aplastar en polvo:** en el paso quince por medio de un operario se realiza la operación de aplastar en polvo con una producción de 500 kilogramos en un tiempo de 60 minutos de materia prima.

**Paso 16: Ingreso gránulos de caucho:** en el paso dieciséis los gránulos de caucho obtenidos ingresan al siguiente puesto de trabajo a través de una banda transportadora de forma ascendente con un recorrido de 1 metro y un tiempo de 7 minutos.

**Paso 17: Inspección gránulos de caucho:** en el paso diecisiete el operario verifica que el producto se encuentre con la granulometría específica según el requerimiento del programa de producción en un tiempo de 6 minutos.

**Paso 18: Tolva de almacenamiento:** en el paso dieciocho el granulo de

caucho es almacenado en una tolva con una capacidad de 1.20 kg/dm<sup>3</sup> con un recorrido de 10 metro ascendente y un tiempo de 12 minutos.

**Paso 19: Ingreso gránulos de caucho:** en el paso diecinueve los gránulos de caucho almacenados en la tolva pasan al siguiente puesto de trabajo en un recorrido de 3 metros y 12 minutos.

**Paso 20: Inspección de dosificado:** en el paso veinte el operario realiza una verificación y seguimiento de la dosificación necesaria para la preparación del insumo de granulo de caucho solicitado para la siguiente operación en un tiempo de 5 minutos

**Paso 21: Preparación del concreto:** en el paso veintiuno con el insumo de granulo de caucho se realiza la dosificación de 100.000 kilogramos a un tornillo sin fin con un recorrido de 1 metro de distancia en un tiempo de preparación de la mezcla de 20 minutos.

**Paso 22: Ingreso de la mezcla de concreto:** en el paso veintidós la mezcla de concreto ingresa al siguiente puesto de trabajo en un lapso de tiempo de 7 minutos.

**Paso 23: Inspección mezcla de concreto:** en el paso veintitrés se verifica la homogeneidad y consistencia necesarias para la elaboración del producto terminado en un tiempo de 5 minutos.

**Paso 24: Inyección de concreto en moldes:** en el paso veinticuatro se realiza la operación de vaciado y llenado de los moldes con concreto en una dosificación de 100.000 kilogramos con un recorrido de 1 metro descendente y en un tiempo de llenado de la mezcla de 25 minutos.

**Paso 25: Ingreso de los moldes de concreto:** en el paso veinticinco los

moldes de concreto ingresan al siguiente puesto de trabajo no se tiene en cuenta el tiempo ya que se utiliza el método **fifo** que significa el primero en entrar es el primero en salir ya que el producto tiene un tiempo de secado

**Paso 26: Inspección secado del producto:** en el paso veintiséis el operario revisa que el producto este completamente seco y curado durante el tiempo de secado y la pieza no haya tenido ninguna fisura ni malformación dentro del molde del mismo modo no se toma en cuenta el tiempo ya que los moldes tienen dimensiones y medidas diferentes y su lapso de curado y secado son diferentes

**Paso 27: Desmolde piezas de concreto:** en el paso veintisiete el operario realiza el desmolde de las piezas en concreto.

**Paso 28: Almacenamiento producto terminado:** en el paso veintiocho las piezas de concreto son almacenadas con un rendimiento de 20 a 50 piezas y una distancia de un metro entre lotes de producción en un lapso de 30 minutos

**Paso 29: Inspección del producto terminado:** en el paso veintinueve el operario realiza un chequeo de todas las superficies de las piezas verificando que el producto no contenga agrietamientos, malformaciones para posteriormente ser entregadas a los clientes.

### **Diseño de Mezclas de Concreto con Granulo de Caucho**

Con base a la investigación el sistema consiste principalmente en la preparación de mezcla de concreto con las proporciones iniciales y calculadas por los diferentes métodos, utilizando los diferentes ensayos necesarios de control de calidad como es su asentamiento, pérdida de manejabilidad, masuanitaria, tiempos de fraguado y resistencia a la compresión. Por lo tanto, se puede establecer la resistencia a la compresión es una de las propiedades más

afectadas al incluir caucho triturado como un nuevo agregado en el concreto podemos establecer su alta resistencia a la compresión como una prioridad buscando que el producto final no se vea afectada.

Los materiales utilizados para realizar una mezcla de concreto son los siguientes:

cemento, grava, arena, agua y granulo de caucho

**Cemento:** es un polvo fino y suave que se utiliza como un aglomerado debido a que se endurece después de estar en contacto con el agua esto se produce a partir de una mezcla de caliza (Es una roca sedimentaria compuesta por carbonato de calcio, se origina en medio marino, tiene una dureza de 2 a 3 en la escala relativa de dureza de Friedrich mohos (1773-1389). Es una materia prima en la elaboración del cemento), y la arcilla (es el segundo componente en importancia en el crudo de cemento de 10 a 25 % y aporta la alúmina necesaria que aumenta el porcentaje de carbonato cálcico en el crudo)

**Grava:** Es un material inerte frente al cemento por lo que no causa reacciones secundarias perjudiciales y ofrece resultados tanto en la resistencia y fraguado (Es un proceso químico que afecta el óxido del cemento y la grava eliminando su elasticidad, este tiempo estimado es de 10 horas y esto puede variar dependiendo de la temperatura y humedad ambiental, existen productos que pueden acelerar o retardar el proceso químico). Aporta al concreto la resistencia, dureza y durabilidad. Posee mayor consistencia con respecto a otros materiales por lo que previene los vacíos en el concreto.

**Arena:** Está formada por un conjunto de fragmentos sueltos de roca o minerales de pequeño tamaño de 0.063 a 2 milímetros siendo un componente del hormigón, está compuesta por sílice en forma de cuarzo, entre los tipos de arena más comunes que se usan en la construcción podemos indicar las siguientes: Arena fina, arena de miga, arena gruesa o lavada.

Arena fina: se puede mezclar con cemento para hacer morteros de enfoscado o revoco, mampostería o aplanados. Tiene dimensiones inferiores a los 4 milímetros y uno de los principales componentes es la sílice.

Arena de miga: es un poco más gruesa y compacta que la arena fina y se usa normalmente para unir diversos materiales de construcción. También se utiliza para hacer mortero para soldados de estructuras (si se une con el cemento). Puede alcanzar 4 milímetros de grosor.

Arena gruesa o lavada: se suele mezclar con cemento para obtener el conocido mortero de albañilería y fabricar pisos, formar parte de la cimentación o unir ladrillos o bloques. Puede alcanzar hasta los 5 milímetros de grosor. El diseño de mezcla mencionado corresponde a un remplazó del 10% en volumen del agregado grueso en la mezcla con una relación agua/cemento de 0,4 se adicionaron dos aditivos, un inclusor de aire en los límites de dosificación inferior y el granulo de caucho. A continuación, exponemos los valores originales del diseño de mezcal de concreto seleccionado en medidas americanas LBS/CY

**Tabla 4**

*Diseño de Mezcla de Referencia lbs/cy*

Material	Base, sin adición de granulo de caucho reciclado		Con 10% de agregado grueso de granulo de caucho reciclado (GCR) agregado por volumen	
	<b>cantidad</b>	<b>%</b>	<b>cantidad</b>	<b>%</b>
Cemento	666 lbs/cy	17.23 %	666 lbs/cy	17.71%
Grava	1790 lbs/cy	46.73%	1611 lbs/cy	43.22%
Arena	1116 lbs/cy	29.13%	1116 lbs/cy	29.94%
GCR	-	-	76 lbs/cy	2.04%
Agua	262 lbs/cy	6.89%	262 lbs/cy	7.08%
Relación A/C	0.4		0.4	
Total	3830 lbs/cy	100%	3727 lbs/cy	100%

*Fuente.* Elaboración del autor

**Tabla 5***Diseño de Mezcla de Referencia Kg/m<sup>3</sup>*

Material	Base, sin adición de granulo de caucho reciclado		Con 10% de agregado grueso de granulo de caucho reciclado (GCR) agregado por volumen	
	<b>cantidad</b>	<b>%</b>	<b>cantidad</b>	<b>%</b>
Cemento	395 Kgm/m <sup>3</sup>	17.23 %	395 Kgm/m <sup>3</sup>	17.71%
Grava	1061 Kgm/m <sup>3</sup>	46.73%	955 Kgm/m <sup>3</sup>	43.22%
Arena	662 Kgm/m <sup>3</sup>	29.13%	662 Kgm/m <sup>3</sup>	29.94%
GCR	-	-	45 Kgm/m <sup>3</sup>	2.04%
Agua	155 Kgm/m <sup>3</sup>	6.89%	155 Kgm/m <sup>3</sup>	7.08%
Relación A/C	0.4		0.4	
Total	2273 Kgm/m <sup>3</sup>	100%	2212 Kgm/m <sup>3</sup>	100%

*Fuente.* Elaboración del autor

A través de esta tabla podemos observar la cantidad de cada uno de los productos necesarios para la preparación de la mezcla teniendo en cuenta Las propiedades de los componentes en estado fresco del concreto y su agregado de granulo de caucho reciclado al 10% del volumen de todo el agregado grueso y su resistencia a la compresión, además una relación agua/cemento de 0.4 a 0.35 buscando aumentar la resistencia a la compresión a la hora de ser inyectada la mezcla en los diferentes moldes y tener el tiempo necesario para que el producto seque de una forma estable y uniforme y por último se adiciona un aditivo acelerarte el cual se encarga de disminuir el tiempo de fragüé del concreto ya que el producto va hacer utilizado en la elaboración de prefabricados la productividad está definida por la cantidad de moldes y la cantidad de veces que se pueden usar en un tiempo determinado, si el fragüe es más rápido se podrá usar más veces el molde y abra un mayor número de producción

## **Estudio Económico y Financiero**

### **Análisis de Inversiones**

En este capítulo se desarrolla todo el estudio financiero para observar la viabilidad del proyecto teniendo en cuenta el valor de la fabricación de la maquinaria. Se realiza un análisis bajo valoración monetaria teniendo en cuenta el costo de fabricación de la mezcla de concreto con el granulo de caucho. Estos costos los podemos observar en la tabla 5 y 6

### **Terreno y Edificaciones**

En el proyecto no se tiene en cuenta el análisis de inversión en terreno y edificación ya que se arrienda una bodega para la puesta en marcha de la empresa.

### **Maquinaria y Equipo**

Para poner en marcha el proyecto se debe realizar una inversión de \$75.292.000 este monto está distribuido de la siguiente manera:

Costo de maquinaria: el proyecto es un proceso en línea que tiene como objetivo de diseñar y crear cada una de las maquinas necesarias para la obtención del granulo de caucho en donde se describe el costo de fabricación mas no de compra de la siguiente manera como se muestra en la Tabla 6

Una maquina separadora de cubierta con un valor de \$12.000.000, una maquina sacadora de puntas con un valor de \$15.000.000, una maquina cortadura de rodadura con un valor de \$10.000.00, una maquina cortadora de pedazos con un valor de \$7.000.000, una máquina de aplastar en polvo con un valor de \$ 18.850.000, una maquina cortadora de pedazos con un valor de \$7.000.000, una máquina de aplastar en polvo con un valor de \$ 18.850.0

Para poner en funcionamiento la línea de producción es necesario contar con estas 5 máquinas para un costo total de inversión de \$62.850.00

**Tabla 6***Costos de Maquinaria*

Maquinaria		
Nombre	cantidad	Valor unitario
<b>Maquina separadora de cubierta</b>	1	\$12.000.000
<b>Maquina sacadora de puntas</b>	1	\$15.000.000
<b>Maquina cortadora de rodadura</b>	1	\$10.000.000
<b>Maquina cortadora de pedazos</b>	1	\$7.000.000
<b>Máquina de aplastar en polvo</b>	1	\$18.850.000
<b>Total maquinaria</b>	<b>5</b>	<b>\$62.850.000</b>

*Fuente.* Elaboración del autor

**Tabla 7***Costos de Muebles y Enseres*

Muebles y enseres			
Nombre	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>Escritorio</b>	4	\$650.000	\$2.600.000
<b>Sillas</b>	12	\$250.000	\$3.000.000
<b>Locke res</b>	2	\$550.000	\$1.100.000
<b>Total muebles y enseres</b>	<b>18</b>	<b>\$1.450.000</b>	<b>\$6.700.000</b>

*Fuente.* Elaboración del autor

**Tabla 8***Costos de Equipo de Oficina*

Equipos de oficina			
Nombre	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>Computadores</b>	4	\$1.800.000	\$ 7.200.000
<b>Impresora</b>	2	\$400.000	\$ 800.000
<b>Video Vean</b>	1	\$1.000.000	\$ 1.000.000
<b>Teléfonos</b>	4	\$100.000	\$ 400.000
<b>Cosedora</b>	4	\$15.000	\$ 60.000
<b>Saca ganchos</b>	4	\$3.000	\$ 12.000
<b>perforadora</b>	4	\$5.000	\$ 20.000
<b>cafetera</b>	1	\$50.000	\$ 50.000
<b>Decoración</b>	2	\$700.000	\$ 1.400.000
<b>Celulares</b>	2	\$1.000.000	\$ 2.000.000
<b>Total equipos de oficina</b>	<b>28</b>	<b>\$3.273.000</b>	<b>\$ 5.742.000</b>
<b>Total de activos</b>			<b>\$ 75.292.000</b>

*Fuente.* Elaboración del autor

## Presupuesto de Ingresos, Gastos y Costos

### Presupuesto de Ingresos

Para poder determinar el presupuesto de ingresos en un periodo de un año, y de acuerdo a la disposición final de los neumáticos fuera de uso, podemos decir que en Colombia en el año 2020 se importaron 1.350.000 llantas, de las cuales se reencaucho solo un 29%. El total de llantas usadas que terminaron en calles y rellenos sanitarios es de 958.000 neumáticos se pueden aprovechar para la producción de granulo de caucho

**Tabla 9**

*Distribución de Neumáticos*

Distribución de neumáticos		
<b>Neumáticos anuales (desechados)</b>		958.000
<b>% De participación empresas (reencauche)</b>	29%	277.820
<b>Disponibilidad de neumáticas</b>	71%	680.180

*Fuente.* Elaboración del autor

**Tabla 10***Presupuestos de Gastos*

<b>Gastos de ventas</b>												
<b>Arriendo y alquiler</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre e</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
Arriendo Bodega	\$11.000.000	\$11.000.000	\$11.000.000	\$11.000.000	\$11.000.000	\$11.000.000	\$11.000.000	\$11.000.000	\$11.000.000	\$11.000.000	\$11.000.000	\$11.000.000
Arriendo vehículo	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000
<b>Total de arriendo y alquiler</b>	\$13.000.000	\$13.000.000	\$13.000.000	\$13.000.000	\$13.000.000	\$13.000.000	\$13.000.000	\$13.000.000	\$13.000.000	\$13.000.000	\$13.000.000	\$13.000.000
<b>Gastos de promoción</b>												
<b>Gastos de promoción</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
Publicidad	\$3.000.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000
Diseño de imagen	\$2.000.000											
<b>Total gastos de promoción</b>	\$5.000.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000
<b>Gastos de comunicación</b>												
<b>Gastos de comunicación</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
Volantes	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000
Tarjetas presentación	\$200.000			\$200.000			\$200.000			\$200.000		
Página web			\$200.000									
<b>Total gastos de comunicación</b>	\$200.000	\$200.000	\$400.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000
<b>Total gastos de ventas</b>	\$18.600.000	\$14.900.000	\$15.300.000	\$15.100.000	\$14.900.000	\$14.900.000	\$15.100.000	\$14.900.000	\$14.900.000	\$15.100.000	\$14.900.000	\$14.900.000
<b>Gastos administrativos</b>												
<b>Gastos administrativos</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>

Papelería	\$300.000	\$300.000	\$300.000	\$300.000	\$300.000	\$300.000	\$300.000	\$300.000	\$300.000	\$300.000	\$300.000	\$300.000
Servicios públicos	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000
Seguros	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000
Dotación			\$2.800.000			\$2.800.000			\$2.800.000			\$2.800.000
Insumos de aseo	\$400.000	\$400.000	\$400.000	\$400.000	\$400.000	\$400.000	\$400.000	\$400.000	\$400.000	\$400.000	\$400.000	\$400.000
<b>Total de gastos administrativos</b>	\$4.400.000	\$4.400.000	\$7.200.000	\$4.400.000	\$4.400.000	\$7.200.000	\$4.400.000	\$4.400.000	\$7.200.000	\$4.400.000	\$4.400.000	\$7.200.000
Gastos de personal												
<b>Gastos prestaciones</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
Gerente	\$8.700.000	\$8.700.000	\$8.700.000	\$8.700.000	\$8.700.000	\$8.700.000	\$8.700.000	\$8.700.000	\$8.700.000	\$8.700.000	\$8.700.000	\$8.700.000
Supervisor de producción	\$3.500.000	\$3.500.000	\$3.500.000	\$3.500.000	\$3.500.000	\$3.500.000	\$3.500.000	\$3.500.000	\$3.500.000	\$3.500.000	\$3.500.000	\$3.500.000
Contador	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000	\$1.700.000
Operarios de planta	\$6.000.000	\$6.000.000	\$6.000.000	\$6.000.000	\$6.000.000	\$6.000.000	\$6.000.000	\$6.000.000	\$6.000.000	\$6.000.000	\$6.000.000	\$6.000.000
Personal de aseo	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000
<b>Total de gastos personal</b>	\$20.900.000	\$20.900.000	\$20.900.000	\$20.900.000	\$20.900.000	\$20.900.000	\$20.900.000	\$20.900.000	\$20.900.000	\$20.900.000	\$20.900.000	\$20.900.000
Gastos implementación proyecto												
<b>Gastos de implementación</b>	<b>Enero</b>											
Registro mercantil	\$300.000											
Derechos de inscripción	\$50.000											
Escritura constitución	\$10.000											
Instalación maquinaria	\$2.000.000											
<b>Total gastos implementación</b>	\$2.300.000											
Total de gastos												

Gastos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<b>Total gastos de ventas</b>	\$600.000	\$400.000	\$800.000	\$600.000	\$400.000	\$400.000	\$600.000	\$400.000	\$400.000	\$600.000	\$400.000	\$400.000
<b>Total de gastos administrativos</b>	\$4.400.000	\$4.400.000	\$7.200.000	\$4.400.000	\$4.400.000	\$7.200.000	\$4.400.000	\$4.400.000	\$7.200.000	\$4.400.000	\$4.400.000	\$7.200.000
<b>Total de gastos personal</b>	\$20.900.000	\$20.900.000	\$20.900.000	\$20.900.000	\$20.900.000	\$20.900.000	\$20.900.000	\$4.800.000	\$7.600.000	\$5.000.000	\$4.800.000	\$7.600.000
<b>Total gastos implementación</b>	\$2.300.000								\$7.600.000	\$5.000.000	\$4.800.000	\$7.600.000
<b>Total de gastos</b>	\$46.800.000	\$14.400.000	\$24.000.000	\$15.000.000	\$14.400.000	\$22.800.000	\$15.000.000	\$14.400.000	\$22.800.000	\$15.000.000	\$14.400.000	\$22.800.000

*Fuente.* Elaboración del autor

**Tabla 11**

*Presupuesto de Costos*

Materia prima				
Detalle	Unidad de fabricación	costo por unidad de fabricación	unidades utilizadas	Costo unitario
<b>Llantas recicladas</b>	Unidad	\$2.000	250	\$468.750
Mano de obra				
Detalle	Unidad de fabricación	costo por unidad de fabricación	unidades utilizadas	Costo unitario
<b>Supervisor de producción</b>	Hora	\$20.000	2	\$40.000
<b>transporte operarios (5)</b>	Unidad	\$1.000	250	\$250.000
<b>servicios públicos</b>	Hora	\$10.000	5	\$50.000
<b>costo total</b>		\$15.000	2	\$370.000

*Fuente.* Elaboración del autor

Tabla 12

*Costo Total de Mano de Obra*

<b>Costo total (Materia prima)</b>	<b>Arena</b>	<b>Cemento</b>	<b>Mixto</b>	<b>Total de materia prima</b>
<b>Enero</b>	\$671.900	\$3.815.250	\$1.329.900	\$5.817.050
<b>Febrero</b>	\$678.619	\$3.853.403	\$1.343.199	\$5.875.221
<b>Marzo</b>	\$685.405	\$3.891.937	\$1.356.631	\$5.933.973
<b>Abril</b>	\$692.259	\$3.930.856	\$1.370.197	\$5.933.313
<b>Mayo</b>	\$699.182	\$3.970.164	\$1.383.899	\$6.053.246
<b>Junio</b>	\$706.174	\$4.009.866	\$1.397.738	\$6.113.778
<b>Julio</b>	\$713.235	\$4.049.965	\$1.411.716	\$6.174.916
<b>Agosto</b>	\$720.368	\$4.090.464	\$1.425.833	\$6.236.665
<b>Septiembre</b>	\$727.571	\$4.131.369	\$1.440.091	\$6.299.032
<b>Octubre</b>	\$734.847	\$4.172.683	\$1.454.492	\$6.362.022
<b>Noviembre</b>	\$742.196	\$4.214.410	\$1.469.037	\$6.425.642
<b>Diciembre</b>	\$749.618	\$4.256.554	\$1.483.727	\$6.489.899

*Fuente.* Elaboración del autor**Capital de Trabajo**

Tabla 13

*Capital de Trabajo*

<b>Necesidades para el primer mes del año (Enero)</b>	
<b>Gastos administrativos</b>	\$4.400.000
<b>Gastos de personal</b>	\$20.900.000
<b>Gastos de ventas</b>	\$18.600.000
<b>Gastos de implementación</b>	\$2.300.000
<b>Total de gastos</b>	\$46.200.000
<b>Activos</b>	
<b>Maquinaria</b>	\$62.850.000
<b>Muebles y Enseres</b>	\$6.700.000
<b>Equipos de Oficina</b>	\$ 5.742.000
<b>Total de Activos</b>	\$75.292.000
<b>Total de Capital de Trabajo</b>	\$121.492.000

*Fuente.* Elaboración del autor

Figura 36

## Flujo de Caja

Flujo de caja	Mes 0	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Inversion Inicial												
<b>INGRESOS</b>				63.427.487	64.061.762	64.702.379	65.349.403	66.002.897	66.662.926	67.329.556	68.002.851	68.682.880
Egresos												
Gastos de ventas		600.000	400.000	800.000	600.000	400.000	400.000	600.000	400.000	400.000	600.000	400.000
Gastos administrativos		4.400.000	4.400.000	7.200.000	4.400.000	4.400.000	7.200.000	4.400.000	4.400.000	7.200.000	4.400.000	4.400.000
Gastos personales		20.900.000	20.900.000	20.900.000	20.900.000	20.900.000	20.900.000	20.900.000	20.900.000	20.900.000	20.900.000	20.900.000
Gastos de puesta en marcha		2.300.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depreciacion		7.529.200	7.529.200	7.529.200	7.529.200	7.529.200	7.529.200	7.529.200	7.529.200	7.529.200	7.529.200	7.529.200
Costos Fijos		<b>35.729.200</b>	<b>33.229.200</b>	<b>36.429.200</b>	<b>33.429.200</b>	<b>33.229.200</b>	<b>36.029.200</b>	<b>33.429.200</b>	<b>33.229.200</b>	<b>36.029.200</b>	<b>33.429.200</b>	<b>33.229.200</b>
Materia prima		45.558.400	40.758.400	43.958.400	40.958.400	40.758.400	43.558.400	40.958.400	40.758.400	43.558.400	40.958.400	40.758.400
Costos variables		45.558.400	40.758.400	43.958.400	40.958.400	40.758.400	43.558.400	40.958.400	40.758.400	43.558.400	40.958.400	40.758.400
<b>TOTAL EGRESOS</b>		<b>81.287.600</b>	<b>73.987.600</b>	<b>80.387.600</b>	<b>74.387.600</b>	<b>73.987.600</b>	<b>79.587.600</b>	<b>74.387.600</b>	<b>73.987.600</b>	<b>79.587.600</b>	<b>74.387.600</b>	<b>73.987.600</b>
GANANCIAS GRAVIABLES		(81.287.600)	(73.987.600)	16.960.113	10.325.838	9.285.221	14.238.197	8.384.703	7.324.674	12.258.044	6.384.749	5.304.720
IMPUESTOS 34%		-27.637.784	-25.155.784	5.766.438	3.510.785	3.156.975	4.840.987	2.850.799	2.490.389	4.167.735	2.170.815	1.803.605
GANANCIAS NETAS		(108.925.384)	(99.143.384)	22.726.551	13.836.623	12.442.195	19.079.184	11.235.502	9.815.063	16.425.780	8.555.564	7.108.325
Depreciacion		7.529.200	7.529.200	7.529.200	7.529.200	7.529.200	7.529.200	7.529.200	7.529.200	7.529.200	7.529.200	7.529.200
<b>FNC</b>	46.200.000	(101.396.184)	(91.614.184)	30.255.751	21.365.823	19.971.395	26.608.384	18.764.702	17.344.263	23.954.980	16.084.764	14.637.525

Fuente. Elaboración del autor

## Valor Presente Neto (VPN)

El valor presente neto se calcula de acuerdo a los valores calculados en el FCN (Flujo de caja Neto), para el primer periodo de

acuerdo a la siguiente formula: 
$$VPN = \frac{VF}{(1+T10)^n}$$

**Figura 37***(VPN) y (TIR)*

mes	flujo de caja	valor presente
0	46.200.000	46.200.000
1	(101.396.184)	(97.496.331)
2	(91.614.184)	(84.702.463)
3	30.255.752	26.897.253
4	21.365.823	18.263.595
5	19.971.395	16.415.031
6	26.608.384	21.028.992
7	18.764.702	14.259.631
8	17.344.263	12.673.283
9	23.954.980	16.830.451
10	16.084.764	10.866.290
11	14.637.525	9.508.257

interes	4,0%
---------	------

Valor Presente Neto (VPN)	10.743.991
------------------------------	------------

Tasa Interna de Retorno (TIR)	6%
----------------------------------	----

*Fuente.* Elaboración del autor

Análisis: Cuando **VPN** >1= Rentable

**VPN**< 1= No Rentable

**VPN** = 1 Indiferente

De acuerdo a lo anterior el **VPN = 10.743.991** podemos afirmar que el proyecto es rentable

Tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de descuento con la que el valor actual neto (VAN) se iguala a cero o, dicho de otra manera, la tasa que iguala la suma del valor actual de los gastos con la suma del valor actual de los ingresos previstos con la siguiente formula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^N \frac{C_n}{(1+r)^n} = 0$$

$I_0$  = Inversión inicial.

$C_n$  = Flujo de caja o de beneficios generados por la inversión en cada periodo.

$N$  = Número total de periodos.

$n$  = Año en el que se van obteniendo los beneficios de cada periodo.

$r$  = TIR

Análisis:

Cuando  $TIR > 0$ . El proyecto es aceptable, ya que su rentabilidad es mayor que la rentabilidad mínima requerida o coste de Oportunidad. Esto significa que si invirtiéramos en este proyecto ganaríamos más dinero que adquiriendo Bonos de Estado

Cuando  $TIR < 0$ . El proyecto se rechaza, La razón es que el proyecto da una rentabilidad menor que la rentabilidad mínima requerida. En este caso, no tendría sentido realizar la inversión ya que ganaríamos más dinero invirtiendo en Bonos del Estado.

Cuando  $TIR = 0$ . En este caso sería indiferente realizar el proyecto, ya que ni ganamos ni perdemos. En situaciones con valores iguales a cero o cercanos, hay que valorar si se pueden obtener otro tipo de beneficios asociados a la realización del proyecto.

De acuerdo a lo anterior el  $TIR = 6\%$  podemos afirmar que el proyecto es aceptable

## Lecciones Aprendidas

Al describir las lecciones aprendidas requiere de un proceso muy complejo debido a los diferentes elementos encontrados durante el desarrollo del proyecto a través de las diferentes fases necesarias para la elaboración y ejecución del proyecto es por eso que enfatizo en la administración de operaciones como son **planear, organizar, asignar dirigir y controlar**.

Planeación: La planeación consiste principalmente como uno de los primeros pasos de la administración de operaciones y es donde se definen los objetivos, etapas y alcances del proyecto donde se quiere llegar y esto de la mano con los diferentes pasos que se expone en el método científico con el principal objetivo de la observación y así poder identificar dentro de una organización los problema y dificultades para poder lograr y plantear una solución óptima innovadora que contribuya al mejoramiento continuo de la problemática social en el municipio de Mosquera.

Para ello fue necesario en este proyecto aplicado como primera instancia identificar en el municipio de Mosquera la contaminación por el abandono de los neumáticos usados en sitios baldíos y poder darle un uso como materia prima en la elaboración de placas de concreto. Es así como se logró la implantación del granulo de caucho reciclado que les da un beneficio a las personas de bajo recurso para adquirir una vivienda y a su vez ayudar con la mitigación de la contaminación en el municipio.

Una de las principales limitaciones fue el diseño de la máquina que realizara todo el proceso de trituración de los neumáticos. Para ello y después de las descripciones de diferentes modelos e ideas, se logró plantar un diseño innovador sistematizado que cumple a cabalidad los requerimientos para todo el proceso en el proyecto. Ahora bien, al analizar dicha problemática a través de las diferentes herramientas para todo su análisis

De acuerdo a lo anterior y a los conceptos adquiridos durante la carrera como ingeniero industrial como son los beneficios de los procesos en línea y el diagrama de procesos las cuales son herramientas muy útiles en donde podemos plasmar la secuencia de un proceso y la reubicación de cada uno de los procesos internos logrando minimizar tanto costos, tiempo y espacio en la elaboración de placas de concreto

Ejecución: Es otra de las funciones de la administración de operaciones en ella se describe cada uno de los diferentes elementos como lo son los objetivos y metas es una de las etapas primordiales donde se debe tener claro no solo el problema de investigación si no haber planteado la hipótesis pues con ella también se puede establecer y concluir entre otros aspectos como se define la investigación. Dentro de la ejecución se encuentra la matriz de interesados cada uno de los stakeholders del proyecto y su nivel de influencia que serían parte de la solución del problema planteado y poder definir y establecer la importancia e involucrarlos para buscar los recursos necesarios para su ejecución y tener la viabilidad económica en donde es necesario contar con el talento humano como tecnológico que esté acorde al tiempo planteado para su ejecución con las diferentes herramientas y poder causar la aceptación del mismo.

Control: Todo esto dentro del proyecto es necesario los indicadores de gestión esto de la mano con los diferentes cálculos necesarios que le de la estructura y permita llevar a cabo dentro de las diferentes fases a los planes, programas y acciones de mejora a nuestro nuevo proceso dentro del proyecto, así mismo con la medición y corrección del desempeño esto con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos de la empresa y los planes ideados para alcanzarlos. Es una de las funciones del administrador del proyecto de la mano con el presidente de la organización y los diferentes supervisores del proceso en sí.

## Conclusiones

Como conclusiones generales se puede establecer que la implementación de granulo de caucho triturado a las placas de concreto es viable para la elaboración de prefabricados en viviendas de interés social logrando mejorar a la acústica, impermeabilización y durabilidad del producto a un bajo costo

En la actualidad en Cundinamarca el reciclaje de neumáticos no es un tema muy tenido en cuenta aún con el conocimiento por parte del gobierno frente a la situación y la problemática que existe, es por eso la reutilización de la materia prima obtenida a través de los diferentes procesos derivados del reciclaje de neumáticos para que sea utilizado en el proyecto que está encaminado a la implementación en placas de concreto

Al implementar el granulo de caucho ayuda al municipio de Mosquera a minimizar la contaminación a mejorar la calidad de vida de cada uno de los habitantes generando nuevos espacios de esparcimiento y recreación para nuestros hijos

La problemática que afronta el municipio de Mosquera por el abandono de neumáticos usados puede traer consecuencias negativas tanto al medio ambiente como a la sociedad ya sea a mediano y largo plazo los que se presentan actualmente.

Es por eso la iniciativa de generar soluciones viables y con ellas generar ganancias inicialmente en el municipio de Cundinamarca es una nueva oportunidad de negocio para nosotros como emprendedores como en el que realizamos en el presente estudio con el acompañamiento de los docentes con su conocimiento en cada uno de los temas involucrados dentro del proyecto.

### **Recomendaciones**

A continuación, se hacen unas recomendaciones puntuales para tener en cuenta a nuevas investigaciones de las diferentes mezclas utilizadas en la elaboración de prefabricados y la incorporación de granulo de caucho como sistema de inyección para remplazar a las estructuras e polímeros, yeso con la experiencia adquirida del manejo del concreto, en donde la resistencia y la durabilidad es un tema muy importante con e granulo de caucho cómo ingrediente agregado en la mezcla de concreto en diseños estructurales, por eso es importante realizar una mayor investigación en temas que tengan que ver con la compatibilidad del caucho con acero de refuerzo, resistencia a la flexión.

Del mismo modo realizar un análisis del ciclo de vida de la mezcla de concreto a los esfuerzos expuestos con la inclusión del granulo de caucho el cual tiene un efecto al medio ambiente positivo. Por último, se recomienda un seguimiento periódico y un estudio minucioso al tema de las propiedades térmicas y acústicas para una posible aplicación en las edificaciones que se encuentren cerca de aeropuertos y vías donde sus decibeles sean muy altos la mezcla de concreto sea una opción viable a esta problemática.

### Referencias Bibliografía

- al., A. M. (2020). Recuperación de materiales y reciclaje de neumáticos de desecho: una revisión. *Materiales más limpios*, vol. 155 no 104679.
- Amin Nazer, A. H. (noviembre de 2019). *Hormigón sustentable basado en fibras de neumáticos fuera de uso*. Obtenido de Revista internacional de contaminación ambiental:  
<https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.03.17>
- C, P. d. (2010). *Resolución 1457 de 2010 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*. Bogota : Carlos Costa Posada. (C. F.).
- Dobrotă, D. D. (2018). Un método innovador en la regeneración de residuos de caucho y el desarrollo sostenible. *Revista de producción más limpia*, 3592, 3599.
- FIERRO, J. J. (03 de junio de 2022). *Análisis del diseño de una mezcla asfáltica en caliente usando*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12494/45218>
- Formela, K. (2021). Desarrollo sostenible de tecnologías de reciclaje de llantas de desecho: avances recientes, desafíos y tendencias futuras. *Investigación avanzada de polímeros industriales y de ingeniería*, 209, 222.
- González, L. F. (noviembre de 2018). *Análisis del Comportamiento Mecánico en Adoquines de Concreto Hidráulico*. Obtenido de  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1361&context=ing\\_civil](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1361&context=ing_civil)
- Jácome Contreras, C. C. (16 de Agosto de 2023). *Adoquines para uso peatonal de viruta de caucho de llantas recicladas y resina de poliéster*. Obtenido de  
<https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/xmlui/handle/20.500.14167/3195>

- Jorge Fadul, A. B. (2021). Propuesta de proceso para la fabricación de probetas a base de caucho reciclado granulado. *Revista de Iniciación Científica*, 7(1), 60-66, 60,66. Obtenido de *Revista de Iniciación Científica*, 7(1), 60-66.
- LESMES, C. A. (07 de noviembre de 2018). *Implementación de la mezcla asfáltica modificada con granulo de caucho en el barrio San Carlos de la Localidad de Tunjuelito*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/20506>
- M. Sienkiewicz, J. K.-L. (2012). Gestión de residuos. *Revista Internacional de Gestión Integrada de Residuos, Ciencia y Tecnología*, 1742, 1751,.
- Paredes Salinas, J. G. (Febrero de 2021). *Caracterización del comportamiento mecánico de un material compuesto a partir de matriz de poliuretano monocomponente, reforzado con gránulo de caucho reciclado y fibra de abacá como material alternativo, para aplicaciones industriales*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32149>
- Quispe, V. D. (17 de Febrero de 2020). *Uso de gránulos de caucho en aplicaciones de voladura*. Obtenido de <https://repositorio.esan.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4ff6b6b8-345c-4a9f-a4a6-26cc9c17fa85/content>
- Rosas Niño, A. M. (4 de julio de 2020). *Mobiliario urbano con la utilización del gránulo de caucho*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10554/50274>
- Simone, G. (2023). *Maquinaria de reciclaje*. Obtenido de Reciclar llantas: <https://maquinariadereciclaje.com/reciclar-llantas/>
- Valdés Rojas, T. A. (4 de septiembre de 2021). *Planta procesadora de gránulos de caucho reciclado*. Obtenido de <http://repositorio.unimagdalena.edu.co/handle/123456789/6069>